

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BALANÇO DE ESTOQUE POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

TESE SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA.

JOÃO MARÇAL TOMAZ

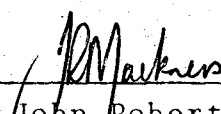
Novembro - 1980

BALANÇO DE ESTOQUES POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

JOÃO MARÇAL TOMAZ

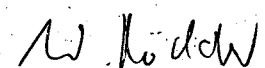
ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

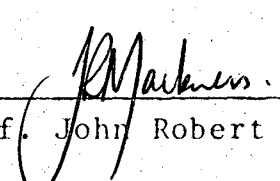
"MESTRE EM ENGENHARIA"

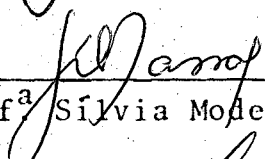
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM FORMA FINAL
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.

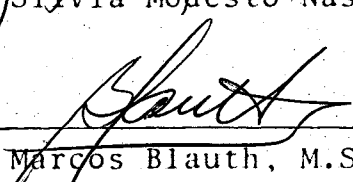
Prof. John Robert Mackness, Ph.D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Wilhelm Rödder, Ph.D.
Presidente - Orientador

Prof. John Robert Mackness, Ph.D.

Prof^a Sílvia Modesto Nassar, M.Sc.

Prof. Marcos Blauth, M.Sc.

0.249.268-6

UFSC-BU

Os mais sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

- à Universidade Estadual de Londrina e à CAPES (PICD), pelo apoio financeiro;
- ao Prof. Wilhelm Rödder, Ph.D. - pela segura orientação;
- à Banca Examinadora, pelas significativas contribuições;
- a Eduardo Luiz dos Reis Neto, pelo trabalho de datilografia.

RESUMO

O balanço de estoque é feito mais comumente no final de um período fiscal pela contagem física de todos os elementos dos itens em estoque. Tal procedimento provoca um aumento dos custos e demora do inventário. Neste trabalho é proposto, com utilização do computador, um processo de modo que todos os itens são considerados inventariados apesar de que somente alguns sejam selecionados e fisicamente levantados por quantidade de estoque e valor monetário. Para isto, são utilizados procedimentos matemáticos - estatísticos aceitos, isto é, teoria da amostragem estratificada, que garantem a exatidão requerida do processo.

Assim, os itens fisicamente estocados e legalmente contabilizados constituem a população estatística, cuja média dos saldos monetários é objeto de estimação e, conseqüentemente, o valor do balanço do estoque. Para isto, são descritos métodos de organização dos estratos e de seleção das subamostras nos mesmos, através dos saldos contábeis dos itens.

A fim de garantir que realmente os objetivos propostos sejam atingidos, além das justificativas teóricas, são apresentados os resultados de uma aplicação prática do processo com dados reais.

ABSTRACT

The stock balance is usually obtained at the end of a fiscal period by physically counting all the items in stock. This process is expensive and time consuming. In this dissertation, a model is developed to speed up this process by using a sample of the items in stock. Sampling theory enables the total physical quantity and monetary value to be calculated without having to count or value every item.

The statistical population is made up of those items which are physically stocked and legally accounted for. The mean value of the stock balances is first obtained and this enables the total stock value to be calculated. Methods for defining sample strata and the samples themselves are described, using accounting data.

The results of a application of the model are presented to show that it really works in practice.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 - Normas de Referências	1
1.2 - Conceitos Básicos	2
1.3 - Motivos do Trabalho	4
1.4 - Objetivos do Trabalho	6
1.5 - Estrutura do Trabalho	7
1.6 - Contribuições e Limitações	8

CAPÍTULO II

2. PROCESSO DE INVENTÁRIO POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA	10
2.1 - Objetivos do Processo	11
2.2 - Condições de Aplicação do Processo	13
2.3 - Descrição do Processo	14

CAPÍTULO III

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS: TEORIA DA AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA APLICADA AO INVENTÁRIO DE ESTOQUES	19
3.1 - Precisão Estatística do Processo	20
3.1.1 - Validade dos estimadores	22
3.1.2 - Comparação com outros estimadores	23

3.1.3 - Limite superior da variância do estimador em função do erro máximo admissível	25
3.2 - Organização dos Estratos	27
3.2.1 - Partilha ótima ou de Neyman	27
3.2.2 - Definição dos estratos em função da variável de estudos	29
3.2.3 - Definição dos estratos em função da variável estratificadora	29
3.2.4 - Regra dos valores acumulados da raiz quadra- da da frequência	31
3.2.5 - Determinação do número de estratos e do ta- manho de amostra total pelo processo de bus- ca	35

CAPÍTULO IV

4. USO DO COMPUTADOR NO PROCESSO DE INVENTÁRIO POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA	38
4.1 - Inventário Manual	38
4.1.1 - Conceito	38
4.1.2 - Vantagens e desvantagens	40
4.2 - Inventário Mecanizado	41
4.2.1 - Conceito	41
4.2.2 - Vantagens e desvantagens	43
4.3 - Funções do Computador no Processo	44
4.3.1 - Descrição e documentação	44

CAPÍTULO V

5. CUSTOS DO PROCESSO DE INVENTÁRIO	47
5.1 - Repartição da Amostra Total em Função do Custo: Partilha Econômica	48
5.2 - Número de Estratos e Tamanho da Amostra Total em Função do Custo	50

CAPÍTULO VI

6. RESULTADO DE UM BALANÇO DE ESTOQUES POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA	54
6.1 - Apresentação	54
6.2 - Resultados e Comentários	56
6.2.1 - Itens do inventário completo	57
6.2.2 - Itens sujeitos ao processo de amostragem	61
6.2.3 - Subdivisão dos itens estratificáveis em classes ABC e em classes de frequências	68
6.2.4 - Organização dos estratos através dos saldos contábeis	71
6.2.5 - Repartição ótima da amostra total	74
6.2.6 - Análise dos resultados de balanço	83
6.3 - Conclusões da Aplicação	89

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	91
7.1 - Conclusões	91

7.2 - Recomendações	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXO - DADOS DE ESTOQUES DO ALMOXARIFADO CENTRAL DA UNIVERSI DADE FEDERAL DE SANTA CATARINA	97

LISTA DOS QUADROS

QUADRO 1	- Itens com saldo de estoque menor ou igual a Cr\$ 0,00.....	58
QUADRO 2	- Itens com saldo maior que Cr\$ 95.000,00	60
QUADRO 3	- Itens estratificáveis ordenados pelos saldos	62
QUADRO 4	- Classificação ABC dos itens estratificáveis	69
QUADRO 5	- Tabela de frequência dos itens	70
QUADRO 6	- Busca do número ótimo de estratos.....	72
QUADRO 7	- Definição dos estratos	73
QUADRO 8	- Repartição da amostra total	75
QUADRO 9	- Seleção das subamostras	76
QUADRO 10	- Balanço por inventário completo	85
QUADRO 11	- Balanço do inventário por amostragem	86
QUADRO 12	- Comparação dos resultados obtidos por amostragem simples e por amostragem estratificada	87
QUADRO 13	- Análise dos resultados do inventário por amostra- gem em relação aos resultados do inventário comple- to	88

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Fluxograma das Etapas do Processo	18
FIGURA 2 - Fluxograma das Atividades do Inventário Manual ...	39
FIGURA 3 - Fluxograma das Atividades do Inventário Mecanizado .	42
FIGURA 4 - Fluxograma das Atividades do Processo de Inventá rio por Amostragem	46

SIMBOLOGIA

1. Referente aos itens sujeitos à estratificação:

Símbolos		Descrição
Real	Contábil	Na população
N	N	- número de itens
Y	-	- variável de estudo(saldos monetários reais)
-	X	- variável estratificadora(saldos monetários contábeis)
m	m	- índice, com $m = 1, 2, \dots, N$
y_m	x_m	- valores dos saldos(preço unitário multiplicado pela quantidade de estoques)
$f(y)$	$f(x)$	- função densidade(da população teórica)
$\mu(Y)$	$\mu(X)$	- saldo médio(da população teórica)
\bar{Y}	\bar{X}	- saldo médio(da população empírica)
$\sigma^2(Y)$	$\sigma^2(X)$	- variância(da população teórica)
$S^2(Y)$	$S^2(X)$	- variância(da população empírica)
$y(R)$	$x(R)$	- saldo total verdadeiro
$\hat{y}(R)$	$\hat{x}(R)$	- saldo total estimado

Nos estratos

NE	NE	- número máximo de estratos
L	L	- número de estratos
h	h	- índice, com $h = 1, 2, \dots, L$
N_h	N_h	- tamanho do h-ésimo estrato

y_{jh}	x_{jh}	- valor do saldo do j-ésimo item
P_h	P_h	- peso ($P_h = N_h/N$)
\bar{Y}_h	\bar{X}_h	- saldo médio (da população empírica)
$\mu_h(Y)$	$\mu_h(X)$	- saldo médio (da população teórica)
$S_h^2(Y)$	$S_h^2(X)$	- variância (da população empírica)
$\sigma_h^2(Y)$	$\sigma_h^2(X)$	- variância (da população teórica)
y_h	x_h	- limites (da população teórica)
LE_h	LE_h	- limites (da população empírica)

Nas subamostras

h	h	- índice, com $h = 1, 2, \dots, L$
n_h	n_h	- tamanho da h-ésima subamostra
y_{ih}	x_{ih}	- valor do saldo do i-ésimo item, com $i = 1, 2, \dots, n_h$
\bar{y}_h	\bar{x}_h	- saldo médio
$s_h^2(Y)$	$s_h^2(X)$	- variância

Na amostra total

n	n	- número de itens
\bar{y}_{st}	\bar{x}_{st}	- saldo médio estratificado e estimativa dos saldos médios populacionais
$V(\bar{y}_{st})$	$V(\bar{x}_{st})$	- variância do estimador \bar{y}_{st} e \bar{x}_{st}
$v(\bar{y}_{st})$	$v(\bar{x}_{st})$	- estimativa de $V(\bar{y}_{st})$ e $V(\bar{x}_{st})$
$V_{min}(\bar{y}_{st})$	$V_{min}(\bar{x}_{st})$	- variância mínima de \bar{y}_{st} e \bar{x}_{st}
$V_{prop}(\bar{y}_{st})$		- variância de \bar{y}_{st} para estratificação proporcional





Na amostra aleatória simples

n	n	- tamanho
y_k	x_k	- valor do saldo do k-ésimo item
\bar{y}	\bar{x}	- saldo médio
$V(\bar{y})$	$V(\bar{x})$	- variância do saldo médio

2. Referente ao balanço:

Símbolo	Descrição
$B(C)$	- soma dos saldos dos itens inventariados por completo
$B(R)$	- valor real(verdadeiro) do balanço
$B(E)$	- valor estimado do balanço
C_e	- custo para organizar um estrato e estimar o balanço
C	- custo de inventário de um item(custo médio)
C_o	- custos fixos de inventário
$C(T)$	- custo total

3. Referente ao fluxograma:

Símbolo	Descrição
	- processamento pelo computador
	- processamento fora do computador
	- decisão pelo computador
	- decisão fora do computador

Obs.: Os demais símbolos são da convenção universal.

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Com a revolução industrial houve uma grande expansão das empresas, quer sejam comerciais ou de produção. E, a produção em série tem obrigado as organizações a manterem grandes estoques, tanto de matérias-primas como de produtos acabados, sob um eficiente controle.

Juntamente com o vertiginoso crescimento das empresas, o sistema de controle de estoques tem evoluído muito nestas últimas décadas. Saiu de um estágio de procedimentos empíricos para a utilização de métodos matemáticos-estatísticos processados por computadores, isto é, de sistema manual sem métodos científicos a sistemas integrados de controle com política de estoques bem definida e operacionalizados por computadores.

Por imposição dos sistemas produtivos-comerciais e do fisco, as empresas são obrigadas periodicamente a avaliar seus estoques. A forma tradicional de fazê-lo tem sido a contagem física completa dos estoques, inventário total. Neste trabalho é proposta uma nova maneira com utilização de conhecimentos estatísticos até então desenvolvidos e claramente expostos nas referências bibliográficas.

1.1 - Normas de Referências

As citações são apresentadas conforme envolvam a obra toda ou parcialmente. Assim, quando a referência exige um conhe-

cimento maior da obra, a citação é feita pelo sobrenome do autor acompanhado de um número entre parênteses conforme a sequência das referências bibliográficas apresentadas. E quando parcial, são dados o sobrenome do autor e dois números entre parênteses. O primeiro referencia a ordem bibliográfica e o segundo a seção, página ou página a partir da qual está contida a referida citação.

As fórmulas matemáticas são enumeradas por um par ordenado cujo primeiro elemento é o número do capítulo ou da seção e o segundo aponta a ordem em que são apresentadas no capítulo e/ou seção citados.

1.2 - Conceitos Básicos

Todo o desenvolvimento deste trabalho é decorrente e fundamentado pelos conceitos sucintamente formulados abaixo. Portanto, é necessário que estejam bem caracterizados. Para um estudo mais detalhado e amplo ver Cochran (2), Madow (7), Gibra(11), Karlim (10).

a) Item de estoque: é tudo que é armazenado, identificado por uma característica qualitativa e quantificado através de uma unidade padrão. Exemplo: caneta esferográfica.

b) Elemento: é um item considerado na sua unidade padrão de estocagem. Exemplo: uma caixa com cem canetas esferográficas.

c) Balanço de estoque: é determinação do valor numérico e monetário, obtido através da contagem física dos elementos

dos itens em estoque realizado no final de um período pré-estabelecido (exercício fiscal, período de produção, mês, etc).

d) Inventário de estoque: é a verificação ou levantamento físico das quantidades dos itens em estoque, realizado pela contagem exaustiva dos elementos dos itens ou estatisticamente por amostragem.

e) Inventário periódico: é o inventário que se realiza em épocas determinadas do exercício financeiro, levantando-se os estoques por completo ou por amostragem.

f) Inventário rotativo: é o inventário cuja execução se processa continuamente de modo permanente, segundo um cronograma e um programa estabelecido por depósitos ou por classe de material.

g) População: é um conjunto de "seres" que possuem uma ou mais características qualitativas ou quantitativas de possível representação numérica, através da qual e por procedimento adequado pode-se selecionar um subconjunto denominado amostra.

h) Amostragem estratificada: é um processo estatístico que consiste em:

- dividir uma população de N unidades em L sub-populações disjuntas duas a duas denominadas estratos, com $L \geq 2$.

- selecionar, aleatória e independentemente, em cada um dos L estratos uma sub-amostra de n_1, n_2, \dots, n_L unidades respectivamente.

- estimar o parâmetro desejado, (neste caso a média) e a variância da variável de estudo na população através de cálculo conveniente com os dados amostrais e conforme os proce-

dimentos de seleção das sub-amostras nos estratos.

i) Amostra total: é a amostra final de n unidades obtidas pela reunião das L subamostras retiradas dos estratos, tal que $n = \sum_{h=1}^L n_h$.

j) Variável de estudo: é toda característica quantificável da qual alguma grandeza é objeto de avaliação na população.

k) Variável estratificadora: é uma característica quantitativa baseada na qual se efetua a divisão da população em estratos.

É evidente que, desde que se conheça a função densidade da variável de estudo, ela mesma é a variável estratificadora. Caso contrário, deve-se conhecer a função densidade de uma quantidade qualquer, variável estratificadora, altamente correlacionada com a variável de estudo.

A variável estratificadora, neste texto, é o valor monetário contábil, ou saldo contábil dos itens e, a variável de estudo, os saldos reais monetários, ou simplesmente saldos.

1.3 - Motivos do Trabalho

Pelas leis vigentes no país, Lei nº 6404/76 e Decreto Lei nº 1598/77, são exigidas de todas as empresas, qualquer que seja sua constituição jurídica, ao fim de cada exercício social, demonstrações financeiras que exprimem fielmente a situação patrimonial e mutações ocorridas no exercício.

E, segundo Franco (12;152), é de suma importância a avaliação dos estoques para apuração dos resultados contábeis e tributáveis de uma empresa. Assim, uma superavaliação dos esto-

ques aumenta o lucro operacional, ao passo que uma subavaliação eleva o custo de mercadorias e produtos vendidos, consequentemente reduz o lucro do exercício. Tal importância é confirmada no Decreto Lei nº 1598/77, no seu artigo 14 ao tratar de custo de mercadorias, abaixo reproduzido.

"Art. 14, o custo das mercadorias revendidas e das matérias-primas utilizadas será determinado com base em registro permanente de estoques ou no valor dos estoques existentes, de acordo com livro de inventário, no fim do período. (o grifo é nosso)".

A forma de determinar o valor dos estoques no final do exercício social é dependente quase sempre do avanço tecnológico, da política administrativa ou ainda do volume dos estoques da empresa. A maneira mais comum e que a lei aceita explicitamente, é o inventário exaustivo de todos os itens em estoques, cujos resultados devem ser idênticos aos seus registros contábeis. Caso contrário, deve-se justificar as divergências.

Tal procedimento torna-se impraticável por uma série de motivos, tais como:

- a natureza, a quantidade, a forma, o local, o controle e o destino dos itens têm influências negativas na exatidão do inventário total;

- o grande volume de estoques motivou a criação do inventário rotativo. Mesmo assim, não são evitados os inconvenientes do levantamento total. O elevado custo do inventário total, ainda que rotativo, tem prejudicado a qualidade do levantamento e não evita os acertos provisórios na época do fechamento do balanço.

- sendo os dados de estoques utilizados por diversos setores da empresa - compras, produção, vendas e controle de estoques, etc - o inventário total, tanto periódico quanto rotativo, gera uma grande inércia na dinâmica dos processos da empresa, chegando mesmo a paralisar alguns setores quando realizado;

- pelas leis supra mencionadas é de responsabilidade do contador e do auditor a veracidade das demonstrações financeiras publicadas por uma empresa. Estes, muitas vezes, principalmente no que se refere a estoques, não dispõem de procedimentos cientificamente provados que lhes garantam checar os resultados destas demonstrações em tempo hábil, com precisão e segurança necessárias;

- muitos fatores não conhecidos e incontrolláveis contribuem para que os valores dos estoques físicos e seus registros contábeis no decorrer de sua movimentação tendam a divergir, mesmo quando processados eletronicamente;

Portanto, daí a importância desta nova racionalização, balanço de estoques por amostragem estratificada com utilização do computador, que ora é apresentada. Crê-se que muitos destes problemas serão resolvidos e garantidamente, com custos muito menores.

1.4 - Objetivos do Trabalho

O objetivo primordial deste trabalho é o desenvolvimento de uma nova metodologia de balanço de estoque, fundamentada na Teoria da Amostragem Estratificada e operacionalizada pelo uso de computador. Tal racionalização, além de atender aos princípios le

gaís e contábeis estabelecidos e de garantir a exatidão do valor do balanço declarado, possibilita:

- minimizar os custos monetários e o tempo de balanço;
- agilizar a execução do inventário;
- ao auditor, um procedimento seguro e estatisticamente preciso de levantamento e conferência de estoques;
- estabelecer um coeficiente de eficiência e confiabilidade da contabilidade de estoque;
- o inventário tanto periódico ou permanente, como dos setores ou da totalidade dos estoques.

Para tanto serão apresentadas uma descrição do processo e as condições de sua aplicação juntamente com a fundamentação teórica, bem como os resultados de uma aplicação prática.

1.5 - Estrutura do Trabalho

Para melhor compreensão do desenvolvimento do trabalho, este está subdividido em sete capítulos e um anexo que contem os dados de uma aplicação do processo.

No capítulo II, são apresentadas uma descrição das etapas do processo e as condições para que os itens de estoques possam ser considerados como população estatística para o processo de inventário por amostragem.

No capítulo III, são deduzidas as fórmulas e apresentados os métodos para organização dos estratos. Assim, para determinação dos limites dos estratos é proposta uma fórmula com utilização da Regra dos Valores Acumulados da Raiz Quadrada da Frequência de uma função empírica da variável de estudo ou da variá

vel estratificadora. E, para calcular o número de estratos e o tamanho de uma amostra total, é desenvolvido um processo de busca, usando a Partilha Ótima ou de Neyman sob a condição de um erro máximo admissível a uma probabilidade pré-fixada (nível de significância).

No capítulo IV, são feitos um estudo comparativo entre o inventário manual e mecanizado e uma descrição das funções do computador no processo de inventário proposto. E, ao mesmo tempo, em linhas gerais, é sugerido um sistema de operacionalização deste processo.

No capítulo V, são apontados os principais custos envolvidos no processo através de uma função-custo e um modo alternativo para determinar o número dos estratos e tamanho da amostra total, levando em consideração os custos de processamento pelo computador e de levantamento físico dos itens.

No capítulo VI, são apresentados uma descrição e os resultados de uma aplicação do Processo de Inventário por Amostragem Estratificada, com utilização dos dados de estoques do Almoxarifado Central da Universidade Federal de Santa Catarina.

E, finalmente, no capítulo VII, o que se pode alcançar com a aplicação do processo desenvolvido e os cuidados em fazê-lo.

1.6 - Contribuições e Limitações

A principal contribuição deste trabalho é propor um novo processo de balanço de estoques fundamentado na teoria estatística da amostragem estratificada e operacionalizado pelo computador. Terão assim as empresas um procedimento de ava

liação de estoques mais rápido, seguro e de menor custo, e as Autoridades Fiscais e os Auditores, um método científico de auditoria. Mas, as técnicas desenvolvidas podem ser usadas para outras finalidades, tais como:

- processar o inventário rotativo ou levantamentos preventivos por amostragem, isto é, estudo estatístico das divergências;

- estabelecimento de medidas de eficiência de controle e da contabilidade de estoques;

- definição da política de estoques.

Pode-se citar como limitações do processo:

- o fato de não assegurar que os itens não inventariados estejam individualmente corretos em quantidade e valor. E que os valores das estimativas estão sujeitas a aleatoriedade que é uma característica do processo e uma garantia de sua precisão;

- que para se alcançar as reais vantagens econômicas do mesmo, os estoques devem ser de grande porte e eletronicamente processado por um sistema integrado;

- a exigência de que o controle contábil seja razoavelmente confiável, isto é, que as divergências entre o estoque real e seus registros contábeis sejam estatisticamente desprezíveis;

- a necessidade de equipamentos sofisticados e de pessoal especializado.

CAPÍTULO II

2. PROCESSO DE INVENTÁRIO POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

No processo de inventário proposto aqui, parte dos itens são inventariados por completo e outra parte por amostragem. Assim, resumidamente, estimar o valor de uma grandeza de uma população por amostragem consiste em determinar por processo adequado o valor desta grandeza em amostras retiradas da população.

No Processo de Inventário por Amostragem Estratificada, os itens de estoques devidamente contabilizados e fisicamente estocados constituem a população. A variável de estudo é o saldo monetário de cada item, isto é, seu preço unitário, legalmente estabelecido, multiplicado pela quantidade de elementos do mesmo em estoques. A grandeza a estimar é o valor do estoque, ou melhor, a soma dos saldos de todos os itens estocados sujeitos ao processo de amostragem. Assim, simbolicamente, para os N itens sujeitos ao processo de estratificação, define-se que:

- variável de estudo Y - são os saldos reais dos itens dados em uma unidade monetária, tal que assumem os valores y_m com $m = 1, 2, \dots, N$;

- grandeza a estimar $y(R)$ - é a soma dos saldos,

$$y(R) = \sum_{m=1}^N y_m \quad (2;1)$$

- estimativa de $y(R)$ - $\hat{y}(R)$ é a estimativa do saldo total dos itens;

- variável estratificadora X - são os saldos contábeis dos itens com valores x_m , com $m = 1, 2, \dots, N$. Então, o valor estimado do balanço de estoque $B(E)$ é a soma dos saldos dos itens inventariados por completo $B(C)$ com o saldo total estimado $\hat{y}(R)$ por amostragem dos outros itens. Logo,

$$B(E) = \hat{y}(R) + B(C) \quad (2;2)$$

É evidente que um levantamento por amostragem tem custo muito inferior ao inventário completo, seja ele periódico ou rotativo, além de garantir com precisão estatística o erro que se comete, o que não ocorre com as outras modalidades de balanço a não ser com um elevadíssimo custo. Portanto, na seção 2.1 deste capítulo, são apresentados os objetivos que se pretende alcançar, juntamente com as condições para atingí-los. Na seção 2.2, são expostas as exigências do processo para a validade e eficiência da aplicação do mesmo. E, na seção 2.3, uma descrição das diversas etapas do processo.

2.1 - Objetivos do Processo

O objetivo principal do processo é estimar o valor real do balanço de estoque, mediante o levantamento físico mínimo possível de itens a fim de garantir que o erro que se comete nesta avaliação seja no máximo igual a um erro pré-estabelecido com uma probabilidade também pré-fixada. Quer-se estimar o valor do balanço de estoques através do saldo dos itens levantados fisicamen

te por completo e da estimativa do saldo total dos itens inventariados por amostragem, isto é, quer-se determinar $B(E)$, valor estimado do balanço de estoque, tal que:

$B(E) - D \leq B(R) \leq B(E) + D$, sendo $B(R)$ o valor real do balanço de estoque, onde

- D é o erro absoluto admissível para estimativa, $D \geq 0$

- $B(E) = \hat{y}(R) + B(C)$, sendo $B(C)$ saldo dos itens inventariados por completo e $\hat{y}(R)$, uma estimativa do saldo total dos itens sujeitos ao processo de amostragem, calculada por

- $\hat{y}(R) = N \bar{y}_{st}$, sob a condição de

$$\text{Prob} \left[\left| \frac{\bar{y}_{st} - \bar{Y}}{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}} \right| \leq \frac{d}{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}} \right] \geq 1 - \alpha$$

onde - \bar{Y} a média real dos saldos dos itens,

- d é um erro absoluto, arbitrariamente definido, correspondente a um percentual de \bar{Y} ,

- \bar{y}_{st} é o saldo médio estratificado e a estimativa de \bar{Y}

- α é o nível de significância ou probabilidade do erro d e D ,

- $V(\bar{y}_{st})$ é a variância do \bar{y}_{st} .

Não é tarefa explícita do processo garantir que os registros contábeis dos itens não inventariados sejam individualmente corretos. Mas, através das possíveis divergências encontradas nos itens fisicamente levantados e seus registros contábeis, pode-se estabelecer padrões de qualidade da contabilidade de es-

toques, isto é, o valor da estimativa do coeficiente de correlação entre o registro contábil e o estoque físico, pode ser uma medida da precisão, de eficiência e da confiabilidade do controle contábil. Mas, as decisões e as medidas corretivas a tomar estão além dos limites do inventário e deste trabalho.

2.2 - Condições de Aplicação do Processo

A fim de que os itens em estoque constituam uma população estatística para o processo é necessário que:

a) estejam fisicamente estocados e legalmente contabilizados. Assim, não são objeto de avaliação os itens não contabilizados, supérfluos ou já retirados do estoque, etc. Itens com saldo zero ou negativo são sujeitos ao inventário completo.

b) o controle contábil seja seguramente confiável, isto é, os registros contábeis dos itens, variável estratificadora X, sejam altamente correlacionados com os valores físicos reais, variável de estudo Y pois, através daqueles será feita a estratificação da população. Se o coeficiente de correlação linear r_{XY} , entre X e Y, não for ao menos moderado, os saldos não devem ser utilizados como variável estratificadora. Caso isto não ocorra, sugere-se a retirada de uma amostra piloto que deverá ser convenientemente analisada para adequação deste ou de outro processo.

c) o tamanho da amostra total seja suficientemente grande a fim de garantir a distribuição normal das médias - Cochran (2;68).

d) a divisão dos itens em estratos seja aproximadamen-

te em número ótimo para assegurar a precisão que se propõe.

e) se verifique a classificação A B C para valores dos saldos dos itens para que se possa determinar os limites de levantamento completo, isto é, valores acima ou abaixo dos quais se faz o inventário completo. Assim, a eliminação de valores extremos minimizam os efeitos de assimetria da distribuição destes saldos - Cochran (2;70).

f) os itens selecionados sejam cuidadosamente inventariados em quantidades e valores porque, por melhor que seja o controle contábil, é sempre possível haver divergências entre os estoques reais e contábeis.

g) se faça uma análise estatística dos dados de estoques como população, para que se possa usufruir do ganho de precisão que o processo de amostragem estratificada proporciona.

h) como exigência do processo se estabeleça o erro admissível, quer seja absoluto ou relativo, para média da população a estratificar juntamente com a sua probabilidade (α). É evidente que ao definir um erro relativo - d/\bar{Y} - para média da população estratificável acarreta um erro relativo - $D/B(R)$ - menor para o valor estimado do balanço. O que é um ganho de precisão do processo. Os critérios de definição dos valores destes parâmetros são arbitrários mas, ao estabelecer, é aconselhável levar em consideração conhecimentos do estoque e de estatística, além de atender às exigências legais.

2.3 - Descrição do Processo

Na prática não é possível conhecer os saldos reais dos

itens, valores da variável de estudo, e nem sua distribuição. Assim, os saldos contábeis, variável estratificadora, são utilizados para efetuar a estratificação, por motivos expostos na seção 2.2, no capítulo IV e conforme as etapas do processo a seguir descritas.

Etapa 1 - Ordenar crescentemente os saldos contábeis dos itens. Selecionar os itens com saldo negativo, igual a zero e inventariá-los totalmente. E os demais, classificá-los segundo a curva A B C.

Etapa 2 - Definir os limites de inventário completo e por amostragem e escolher os itens segundo estes limites. Salienta-se que estas delimitações de inventário na maioria das vezes, são arbitradas ou intuitivas. Define-se também o erro admissível para média a estimar juntamente com sua probabilidade, nível de significância.

Etapa 3 - Subdividir os saldos contábeis em classes de frequências e calcular os valores acumulados da raiz quadrada das frequências. Quanto maior o número de classes, melhor. Mas, um grande número pode elevar o custo de processamento e não possibilitar uma boa estratificação - ver capítulo VI. As amplitudes de classe poderão ser desiguais mas deve-se fazer uma modificação no cálculo dos valores acumulados da raiz quadrada da frequência - Cochran (2;183).

Etapa 4 - Determinar o número de estratos L , o tamanho da amostra total n . Nos capítulos III e V é apresentado um método para escolha de n e L , e conseqüentemente, através da Regra dos Valores Acumulados da Raiz Quadrada da Frequência, calcular os limi-

tes dos estratos.

Etapa 5 - Definido o número de estratos L , determina-se o tamanho de cada estrato N_h - $h = 1, 2, \dots, L$ - pela comparação dos saldos contábeis dos itens com seus respectivos limites. Calcular o saldo médio \bar{X}_h e a variância $S_h^2(X)$ de cada estrato.

Etapa 6 - Calcular o tamanho das subamostras n_h de cada um dos L estratos, empregando a Partilha de Neyman ou Ótima da amostra total de tamanho estimado n .

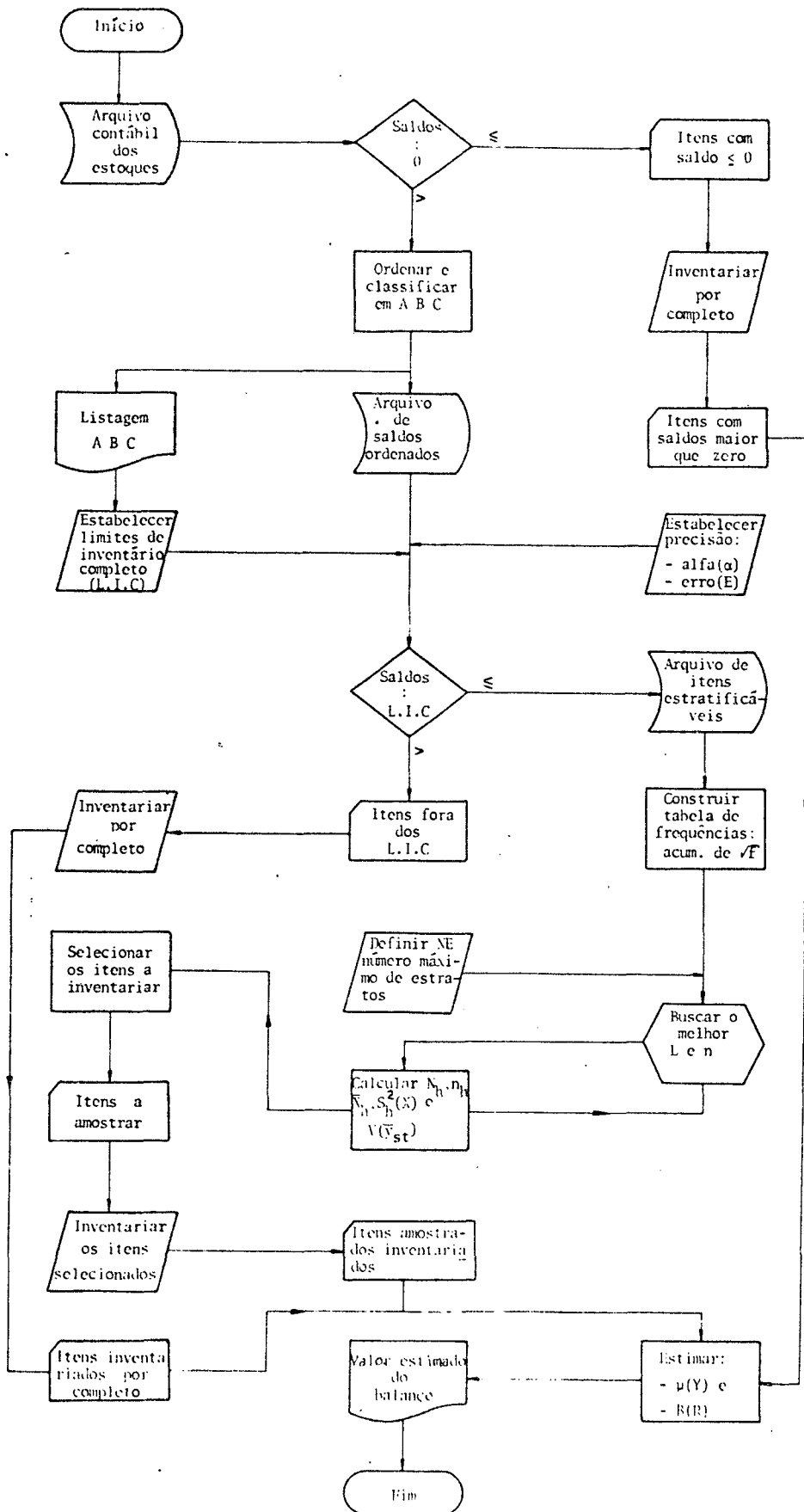
Etapa 7 - Selecionar os itens que devem ser levantados fisicamente por amostragem acidental simples de acordo com a teoria exposta no capítulo III. Mas, pode-se selecionar subamostras sistemáticas independentes em cada estrato, sem perda da validade teórica e com maior precisão principalmente, se o ponto de partida de amostragem for localizado centralmente, Cochran (2;281). Esta forma de amostragem é mais prática, de menor custo e conveniente quando se quer estimativas separadas de cada estrato ou utilizar frações desiguais, conforme Cochran (2;308). Realmente, é proposto isso no presente trabalho. Porém, ao empregar a amostragem sistemática, é preciso atender às ponderações referentes ao comportamento de n e $V(\bar{y}_{st})$, respectivamente, tamanho da amostra total e variância da estimativa da média populacional, em certas populações reais, Cochran (2).

Etapa 8 - Com dados amostrais, calcula-se o estimador \bar{y}_{st} do saldo médio real \bar{Y} e o valor estimado $\hat{y}(R)$ do saldo total dos itens sujeitos à estratificação.

Etapa 9 - Finalmente, com o valor $\hat{y}(R)$ determinado na etapa anterior e adicionado ao saldo total dos itens inventariados por completo, obtém-se o valor estimado do balanço de estoque $B(E)$, $B(E) = \hat{y}(R) + B(C)$.

O fluxograma da figura 1 descreve a sequência destas etapas além de apresentar a das atividades executadas manualmente e pelo computador. E, no capítulo III, as fórmulas necessárias.

FIGURA 1 - Fluxograma das Etapas do Processo.



CAPÍTULO III

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS: TEORIA DA AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA APLICADA AO INVENTÁRIO DE ESTOQUES

Utilizar-se do processo de amostragem estratificada unvariada é solucionar os seguintes problemas técnicos:

- caracterizar as condições e restrições necessárias para se alcançar o objetivo proposto;
- definir uma população da qual uma grandeza é objeto de avaliação;
- escolher uma variável estratificadora;
- estabelecer o número e os limites dos estratos;
- determinar o tamanho e a forma de seleção da amostra total, bem como sua repartição em subamostras nos estratos e com os dados amostrais estimar o saldo médio populacional e em consequên-
cia o valor total.

No desenvolvimento do capítulo são apresentadas as solu-
ções dos problemas acima citados de modo mais adequado ao presen-
te estudo.

A escolha da amostragem estratificada e dos procedimen-
tos apresentados é motivada pelo fato de que os itens em estoque,
considerados como população estatística, gozam das característi-
cas para que tal método proporcione maior grau de precisão que os
demais, Cochran (2:128 e 144).

3.1 - Precisão Estatística do Processo

Sendo o objetivo estimar o saldo médio real \bar{Y} dos itens sujeitos à estratificação, a precisão do processo refere-se:

- à validade do estimador como estimativa consistente e sem tendenciosidade;

- ao valor do erro cometido nesta estimativa, comparado com o erro em outros procedimentos (normalmente com o processo de amostragem aleatória simples);

- à probabilidade do erro admissível (α) para a estimativa e ao limite superior para a variância do estimador em função deste erro.

Neste trabalho supõe-se que os itens em estoques constituem uma população finita de N componentes com média \bar{Y} e variância $S^2(Y)$ retirados de uma população infinita com média $\mu(Y)$ e variância $\sigma^2(Y)$ finitas e maiores que zero, Meyer(16;283) e Cochran (2). Seja $f(y)$ uma função contínua que representa a densidade de probabilidade dos saldos reais dos itens para todo y maior que zero. Assim,

$$\mu(Y) = \int_0^{\infty} y f(y) dy \quad \text{e} \quad \sigma^2(Y) = \int_0^{\infty} [y - \mu(Y)]^2 f(y) dy \quad (3.1;1)$$

$$E(\bar{Y}) = \mu(Y) \quad \text{e} \quad E[S^2(Y)] = \sigma^2(Y) \quad (3.1;2)$$

onde

- $E(\bar{Y})$ é o valor esperado do saldo médio \bar{Y} , dado por

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^N y_m \quad (3.1;3)$$

- $E[S^2(Y)]$ é o valor esperado da variância $S^2(Y)$, dada por

$$S^2(Y) = \frac{1}{N-1} \sum_{m=1}^N (y_m - \bar{Y})^2 \quad (3.1;4)$$

sendo y_m o saldo de m-ésimo item da população.

E, ainda supõe-se que a população esteja subdividida em L estratos de tamanho N_h , nos quais são selecionadas aleatoriamente amostras de tamanho n_h , sem reposição - conforme conceitos na seção (1.2).

A estimativa \bar{y}_{st} de \bar{Y} é dada por

$$\bar{y}_{st} = \sum_{h=1}^L P_h \bar{y}_h \quad (3.1;5)$$

onde

- \bar{y}_{st} é o saldo médio estratificado
- P_h é o peso do h-ésimo estrato, com $P_h = \frac{N_h}{N}$
- \bar{y}_h é o saldo médio da subamostra h, com

$$\bar{y}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} y_{ih} \quad (3.1;6)$$

sendo y_{ih} o saldo do i-ésimo item da h-ésima subamostra.

A variância da estimativa de \bar{Y} , $V(\bar{y}_{st})$ é dado por

$$V(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L P_h^2 \frac{S_h^2(Y)}{n_h} \frac{N_h - n_h}{N_h} \quad (3.1;7)$$

onde

- $S_h^2(Y)$ é a variância de Y no h-ésimo estrato, dada por

$$S_h^2(Y) = \frac{\sum_{j=1}^{N_h} (y_{jh} - \bar{Y}_h)^2}{N_h - 1} \quad (3.1;8)$$

sendo \bar{Y}_h o saldo médio do estrato h , com

$$\bar{Y}_h = \frac{1}{N_h} \sum_{j=1}^{N_h} y_{jh} \quad (3.1;9)$$

onde y_{jh} é o saldo do j -ésimo item do h -ésimo estrato.

A estimativa $\hat{y}(R)$, do saldo total $y(R)$ dos itens sujeitos à estratificação, é calculada por

$$\hat{y}(R) = N \bar{y}_{st} \quad (3.1;10)$$

A dedução, em detalhes destas fórmulas, pode ser encontrada em Madow (7;164) e Cochran (2;128). Estas mesmas fórmulas serão aplicadas para os saldos contábeis.

3.1.1 - Validade dos estimadores

É necessário provar que \bar{y}_{st} , calculado com base nos dados subamostrais, é um estimador sem tendência de \bar{Y} e o saldo médio real da população. Tem-se que

$$E(\bar{y}_{st}) = E\left(\sum_{h=1}^L P_h \bar{y}_h\right) = \sum_{h=1}^L P_h E(\bar{y}_h)$$

Como $E(\bar{y}_h) = \bar{Y}_h$ para um estrato isoladamente - Madow (7;165) - vem que

$$E(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L P_h \cdot \bar{Y}_h = \sum_{h=1}^L \frac{N_h}{N} \frac{\sum_{j=1}^{N_h} y_{jh}}{N_h} = \sum_{h=1}^L \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N_h} y_{jh}$$

Mas existe um e somente um y_m tal que $y_m = y_{jh}$. Então,

$$E(\bar{y}_{st}) = \sum_{m=1}^N \frac{y_m}{N} = \bar{Y} \quad \text{e, por (3.1;2)} \quad E(\bar{y}_{st}) = \mu(Y) \quad (3.1.1;1)$$

Logo, $\hat{y}(R) = N \bar{y}_{st}$ é um estimador não tendencioso do saldo total $y(R)$, $y(R) = N \bar{Y}$.

Na prática, a variância real dos estratos não é conhecida, a expressão da variância do estimador, $V(\bar{y}_{st})$, dada em (3.1;7) é estimada por

$$v(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L p_h^2 \frac{s^2(Y)}{n_h} \frac{N_h - n_h}{N_h} \quad (3.1.1;2)$$

onde

$$s^2(Y) = \sum_{i=1}^{n_h} \frac{(y_{ih} - \bar{y}_h)^2}{n_h - 1} \quad (3.1.1;3)$$

3.1.2 - Comparação com outros estimadores

Considere-se uma amostra aleatória simples sem reposição de tamanho n obtida pela reunião das L subamostras retiradas de cada estrato, com

$$n = \sum_{h=1}^L n_h$$

Então,

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_k = \sum_{h=1}^L \frac{n_h}{n} \bar{y}_h \quad (3.1.2;4)$$

onde

- y_k é o saldo do k -ésimo item da amostra
- \bar{y} é o saldo médio da amostra aleatória simples
- \bar{y}_h é o saldo médio subamostral do estrato h .

A variancia de \bar{y} da amostra aleatória simples é dada por:

$$V(\bar{y}) = \frac{S^2(Y)}{n} \cdot \frac{N-n}{N} \quad (3.1.2;2)$$

onde o segundo fator representa a correção das populações finitas. Calculando a variância da população $S^2(Y)$ em função dos elementos dos estratos, tem-se que

$$\begin{aligned} S^2(Y) &= \frac{1}{N-1} \sum_{h=1}^L \sum_{j=1}^{N_h} (y_{jh} - \bar{Y})^2 = \\ &= \frac{1}{N-1} \sum_{h=1}^L \left[\sum_{j=1}^{N_h} (y_{jh} - \bar{Y}_h)^2 + N_h (\bar{Y}_h - \bar{Y})^2 \right] = \\ &= \frac{1}{N-1} \sum_{h=1}^L (N_h - 1) S_h^2(Y) + \frac{1}{N-1} \sum_{h=1}^L N_h (\bar{Y}_h - \bar{Y})^2 \end{aligned}$$

Substituindo $S^2(Y)$ em (3.1.2;2), então

$$V(\bar{y}) = \frac{N-n}{n \cdot N(N-1)} \left[\sum_{h=1}^L (N_h - 1) S_h^2(Y) + \sum_{h=1}^L N_h (\bar{Y}_h - \bar{Y})^2 \right] \quad (3.1.2;3)$$

Ao considerar $(N-n)/N$ e n_h/N_h desprezíveis - Cochran(2;142), a expressão (3.1.2;3) se reduz a

$$V(\bar{y}) = \frac{1}{nN} \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(Y) + \frac{1}{nN} \sum_{h=1}^L N_h (\bar{Y}_h - \bar{Y})^2$$

onde a primeira parcela do segundo membro representa a variância $V_{\text{prop}}(\bar{y}_{\text{st}})$ do saldo médio estimado por estratificação proporcional. Como $V_{\text{prop}}(\bar{y}_{\text{st}}) \geq V_{\text{min}}(\bar{y}_{\text{st}})$ - Cochran(2;143), vem que

$$V(\bar{y}) - V_{\min}(\bar{y}_{st}) \geq \sum_{h=1}^L \frac{N_h (\bar{Y}_h - \bar{Y})^2}{n N} \quad (3.1.2;4)$$

onde $V_{\min}(\bar{y}_{st})$ é o valor mínimo de $V(\bar{y}_{st})$ quando se faz a Partilha Ótima da amostra total. Logo, conclui-se que

$$V(\bar{y}) \geq V_{\min}(\bar{y}_{st})$$

Madow (7;169) estudando em que condições a expressão (3.1.2;4) permanece verdadeira, afirma que se pode perder a eficiência da estratificação quando as médias dos estratos forem bem próximas, e também quando alguns dos estratos são de tamanho pequeno ($N_h \leq 5$). Mas, em geral, afirma ele, a amostragem estratificada apresenta estimativas de menor variância que a amostragem aleatória simples, principalmente, quando se faz repartição ótima da amostra total. Em Cochran (2), encontra-se um estudo comparativo, amplo e preciso do processo de amostragem estratificada em relação aos demais processos.

3.1.3 - Limite superior da variância do estimador em função do erro máximo admissível

Como foi dito na seção 2.2, é exigência do processo a definição de maneira arbitrada de um erro e sua probabilidade, nível de significância.

Seja dado o erro absoluto d , com $d > 0$, ou o erro relativo E , com $E = d/\bar{Y}$, com probabilidade alfa, α . Na prática é aceito para E um valor entre 1% a 2% do saldo médio real \bar{Y} dos itens sujeitos à estratificação e α , entre 1% a 10%.

Para n bastante grande - Lei dos Grandes Números - a va

riável aleatória, $[\bar{y}_{st} - \mu(Y)]/\sqrt{V(\bar{y}_{st})}$, tem distribuição normal com a média 0(zero) e variância 1(um). Então,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \text{Prob} \left\{ \left| \frac{\bar{y}_{st} - \mu(Y)}{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}} \right| \leq \frac{d}{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}} \right\} = \text{Prob} \{ |Z| \leq Z_{1-\alpha/2} \} \quad (3.1.3;1)$$

onde

- $\text{Prob} \{ |Z| \leq Z_{1-\alpha/2} \} = 1 - \alpha$
- n é o tamanho de uma amostra aleatória simples,
- Z é uma variável aleatória com distribuição normal padrão,
- $Z_{1-\alpha/2}$ é a abcissa da normal padrão cuja área à esquerda é igual a $1-\alpha/2$,

o que significa que o valor do primeiro membro de (3.1.3;1) pode ser calculado usando tabelas da normal padrão ou simbolicamente,

$$\text{Prob} \left\{ \left| \frac{\bar{y}_{st} - \mu(Y)}{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}} \right| \leq \frac{d}{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}} \right\} = 1 - \alpha$$

então

$$\frac{d}{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}} \geq Z_{1-\alpha/2}$$

$$\sqrt{V(\bar{y}_{st})} \quad Z_{1-\alpha/2} \leq d$$

Dividindo por \bar{Y} membro a membro, vem

$$\frac{\sqrt{V(\bar{y}_{st})}}{\bar{Y}} Z_{1-\alpha/2} \leq \frac{d}{\bar{Y}} = E$$

Isolando $V(\bar{y}_{st})$ em função de E , tem-se que:

$$V(\bar{y}_{st}) \leq \frac{\bar{Y}^2 E^2}{z_{1-\alpha/2}^2} \quad (3.1.3;2)$$

Resta agora, organizar os estratos e determinar o tamanho da amostra total a fim de que a expressão acima seja satisfeita, o que se fará a seguir.

3.2 - Organização dos Estratos

Em Kpedekpo (6), é apresentada uma síntese dos principais métodos de organização de estratos, até então desenvolvidos. Em todos estes métodos são descritos procedimentos para:

- escolher a melhor variável estratificadora;
- definir o número de estratos;
- calcular limites;
- calcular o tamanho da amostra total, alocar e selecionar as subamostras;

tendo em vista minimizar $V(\bar{y}_{st})$ para um custo fixo ou tornar mínimo o custo para um valor estabelecido de $V(\bar{y}_{st})$.

3.2.1 - Partilha Ótima ou de Neyman

É apresentado aqui sucintamente em que consiste a partilha ótima da amostra total. Ela é utilizada ou referenciada, em quase todo o estudo de amostragem estratificada, principalmente em Madow (7) e Antunes (1), onde a fórmula abaixo transcrita é pormenorizadamente deduzida, o que também é feito no capítulo V levando em consideração o custo de levantamento de um item.

Supondo que já estejam definidos os valores de L e n , número de estratos e tamanho da amostra total, então, o objetivo é determinar n_h , $h=1,2,\dots,L$, tal que seja mínima a variância do estimador \bar{y}_{st} de $\mu(Y)$ dada por

$$V(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L p_h^2 \frac{S_h^2(Y)}{n_h} \frac{N_h - n_h}{N_h}$$

A solução, demonstrada por Neyman (17), é dada por

$$n_h = \frac{N_h S_h(Y)}{\sum_{h=1}^L N_h S_h(Y)} n \quad (3.2.1;1)$$

Substituindo o valor de n_h na fórmula geral de $V(\bar{y}_{st})$ tem-se que:

$$V_{\min}(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{n} \left[\sum_{h=1}^L p_h S_h(Y) \right]^2 - \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L p_h S_h^2(Y) \quad (3.2.1;2)$$

Analisando a perda de precisão quando não se consegue efetuar a repartição ótima da amostra total Cochran (2;162) e Madow (7;178) apresentam meios para sanar tal falha e estimar os desvios.

Ainda, segundo Cochran (2;148), a fórmula (3.2.1;1) pode produzir superamostragem, isto é, n_h maior que N_h . Assim, a variância $V(\bar{y}_{st})$ deve ser calculada por:

$$V(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{N^2} \frac{1}{n - \sum_{H=1}^L \frac{N_H}{N_h}} \left[\sum_{\substack{h=1 \\ h \neq H}}^L N_h S_h(Y) \right]^2 - \frac{1}{N} \sum_{\substack{h=1 \\ h \neq H}}^L p_h S_h^2(Y) \quad (3.2.1;3)$$

tal que no H-ésimo estrato esteja ocorrendo superamostragem.

3.2.2 - Definição dos estratos em função da variável de estudo

A melhor característica para estabelecer os limites dos estratos é a distribuição de frequência da própria variável de estudo desde que seja conhecida - Cochran (2;184).

Considerando satisfeita a condição acima, conhecido o número de estratos e utilizando a Partilha de Neyman, basta determinar y_1, y_2, \dots, y_{L-1} de modo que $V(\bar{y}_{st})$ dada por (3.2.1;2) se torne menor possível.

A solução deste problema é dada pela equação abaixo, estabelecida por Dalenius(4). Para $h = 1, 2, \dots, L-1$, tem-se que:

$$\frac{[y_h - \mu_h(Y)]^2 + S_h^2(Y)}{S_h(Y)} = \frac{[y_h - \mu_{h+1}(Y)]^2 + S_{h+1}^2(Y)}{S_{h+1}(Y)} \quad (3.2.2;1)$$

cuja dedução em pormenores se encontra na bibliografia citada.

Neste trabalho, a resolução da equação (3.2.2;1) é de importância teórica, isto é, os valores de $\mu_h(Y)$ e $S_h^2(Y)$ dependem dos limites y_h dos estratos, ou ainda, por não se dispor dos saldos reais dos itens e de se exigir um grande esforço computacional quando o número de estratos L é grande.

3.2.3 - Definição dos estratos em função da variável estratificadora

Hierarquicamente em seguida à variável de estudo e conforme a literatura disponível, a variável que melhor possibilita

uma boa estratificação é uma característica altamente correlacionada de forma linear com aquela variável. Por motivos óbvios, os saldos contábeis, variável X , e os saldos reais dos itens, variável Y , possuem esta propriedade. As pequenas e possíveis divergências entre eles, pouca influência têm nos resultados das fórmulas aqui apresentadas. Segue-se um estudo do caso geral.

$$\text{Seja } Y = A + BX + e, B \neq 0$$

onde

- $E(e)$ valor esperado de e , $E(e) = 0$
- não existe correlação entre X e erro e
- $S_h^2(e)$ é a variância de e no estrato h

Os valores dos limites x_h que minimizam a $V(\bar{y}_{st})$ satisfazem as equações abaixo - Dalenius (4).

$$\begin{aligned} & \frac{B^2 \{ [x_h - \mu_h(X)]^2 + S_h^2(X) \} + 2 S_h^2(e)}{B S_h(X) \sqrt{1 + \frac{S_h^2(e)}{B^2 S_h^2(X)}}} = \\ & = \frac{B^2 \{ [x_{h+1} - \mu_{h+1}(X)]^2 + S_{h+1}^2(X) \} + 2 S_{h+1}^2(e)}{B S_{h+1}(X) \sqrt{1 + \frac{S_{h+1}^2(e)}{B^2 S_{h+1}^2(X)}}} \quad (3.2.3;1) \end{aligned}$$

Se a correlação r_h entre y_h e x_h for aproximadamente um, implica que $S_h^2(e)/B^2 S_h^2(X)$ está próximo de zero. Então a equação (3.2.3;1) se reduz a (3.2.2;1), o que dá os limites ótimos.

3.2.4 - Regra dos valores acumulados da raiz quadrada da frequência

Até agora têm sido apresentadas fórmulas de organização dos estratos computacionalmente difíceis de serem operacionalizadas. Devido a isto, muitos métodos aproximados foram desenvolvidos para determinar os limites dos estratos. Segundo Cochran (3), dentre os que tem dado bons resultados, tanto nas distribuições teóricas quanto nas reais, é o proposto por Dalenius e Hodges(5), que consiste em:

Seja dada $f(y)$, $a \leq y \leq b$ conforme (3.2.1) e a função

$$G(y) = \int_a^y \sqrt{f(t)} dt$$

Se o número L for suficientemente grande e os estratos de pequena amplitude, $f(y)$ se aproxima de uma distribuição retangular dentro de cada estrato - Dalenius e Hodges (15). Logo,

$$P_h = \int_{y_{h-1}}^{y_h} f(t) dt \cong f_h (y_h - y_{h-1})$$

$$S_h(Y) = \frac{1}{\sqrt{12}} (y_h - y_{h-1})$$

$$G(y_h) - G(y_{h-1}) = \int_{y_{h-1}}^{y_h} \sqrt{f(t)} dt \cong \widehat{f}_h (y_h - y_{h-1})$$

onde

- f_h é o valor constante de $f(y)$ no estrato h .

Para a Partilha de Neyman, tem-se que:

$$\begin{aligned} \sum_{h=1}^L P_h S_h(Y) &\cong \frac{1}{\sqrt{12}} \sum_{h=1}^L f_h (y_h - y_{h-1})^2 \cong \\ &= \frac{1}{\sqrt{12}} \sum_{h=1}^L \left[G(y_h) - G(y_{h-1}) \right]^2 \end{aligned}$$

com

$$\begin{aligned} \sum_{h=1}^L \left[G(y_h) - G(y_{h-1}) \right] &= G(y_L) = \\ &= \int_a^{y_L} \sqrt{f(t)} dt, \text{ que } \bar{e} \text{ fixo.} \end{aligned} \quad (3.2.4;1)$$

Então para que $\sum_{h=1}^L P_h S_h(Y)$ seja mínimo é preciso que todas as parcelas do primeiro membro de (3.2.4;1) sejam constantes, isto é, escolher y_h , $h = 1, 2, \dots, L-1$ tal que:

$$G(y_h) - G(y_{h-1}) = \frac{1}{L} \int_a^{y_L} \sqrt{f(t)} dt \quad (3.2.4;2)$$

Na prática, sem perda do rigor teórico, e segundo Cochran (2 e 3), o método consiste em escolher numa tabela de classe da acumulada da raiz quadrada da frequência, os limites das classes como limites do estrato que melhor atenda (3.2.4;2). Isto é confirmado por Taga (14), ao provar que os limites ótimos para a Partilha de Neyman determinados através de função empírica de uma variável estratificadora convergem para os limites ótimos para a variável de estudo desde que sejam correlacionadas.

Segue-se a determinação de uma fórmula para operacionalizar o método acima descrito. E, pelo exposto em (3.2.2) e (3.2.3),

é deduzida em função da variável estratificadora X , saldos contábeis dos itens.

Supõe-se que o número L de estratos esteja definido e os saldos contábeis estejam classificados segundo uma tabela de frequência tal que,

- K = número de classes
- LC_k = limite superior da k -ésima classe
para $k = 1, 2, \dots, K$
- f_k = frequência relativa ou absoluta da k -ésima classe
- AC_k = k -ésima acumulada da raiz quadrada da frequência,

$$AC_k = \sum_{i=1}^k \sqrt{f_i} \quad \text{com } k = 1, 2, \dots, K$$

- L = número de estratos
- LE_h = limite superior do h -ésimo estrato para
 $h = 1, 2, \dots, L$
- $AC_K = \sum_{i=1}^K \sqrt{f_i}$, acumulada total da raiz quadrada da frequência.

O objetivo é escolher o limite superior da k -ésima classe como limite superior do h -ésimo estrato, tal que a amplitude do intervalo das classes da acumulada da $\sqrt{f_i}$ corresponda aos limites do h -ésimo estrato e seja aproximadamente igual a acumulada total de $\sqrt{f_i}$ dividida pelo número L de estratos.

Então, determinar k para um $i-k(i)$ - tal que

$$AC_{k(i)} - AC_{k(i-1)} \approx \frac{AC_K}{L}$$

implica que,

$$LE_i = LC_k \quad \text{com } i = 2, 3, \dots, L$$

ou ainda, para

$$\min_k \left\{ \left| AC_i - \frac{AC_k}{L} \cdot h \right| \right\} \text{ vem que } LE_h = LC_k \quad (3.2.4;3)$$

onde

- $L \geq 2$
- $h = 1, 2, \dots, L$
- $k = 1, 2, \dots, K$
- se $h = 1$ então $i = k, \dots, K$
- se $h > 1$ então $i = k(h-1)+1, \dots, K$

Assim está garantida a subdivisão dos saldos contábeis em L subpopulações independentes e disjuntas duas a duas cujos valores comparados com LE_h possibilitam o cálculo do tamanho N_h , da média \bar{X}_h , da variância $S_h^2(X)$ dos estratos - Etapa 5, seção 2.3.

A confecção da tabela de frequência é de suma importância para se obter uma estratificação ótima, pois, em (3.2.2) e (3.2.3) e segundo Kpedekpo (6;61), o método da regra acumulada de \sqrt{f} é sensível a descontinuidade ou a frequência nula na tabela de frequência.

A seguir, na seção 3.2.5, os valores de N_h , \bar{X}_h e $S_h^2(X)$ são utilizados para determinar o número L de estratos, o tamanho da amostra total e, através da Partilha de Neyman, calcula-se o tamanho das subamostras.

3.2.5 - Determinação do número de estratos e do tamanho da amostra total pelo processo de busca

Na literatura disponível, não existe um método matemático exato para se calcular o número de estratos mais adequado para uma determinada população real. Se tomar um só estrato, tem-se o processo de amostragem simples. Se, tantos estratos quantos são os dados ter-se-ia um levantamento completo. Pode-se determinar entre estes dois valores um número ótimo de estratos. É o que se propõe a seguir, sob determinadas restrições.

Seja NE o número máximo de estratos arbitrariamente definido ou através de informações meramente intuitivas e L, com $L = 2, 3, \dots, NE$. Tem-se que

$$V(\bar{y}_{st}) \leq \frac{\bar{Y}^2 E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2} \quad (3.2.5.1)$$

$$V_{\min}(\bar{y}_{st}) = \frac{\left[\sum_{h=1}^L P_h S_h(Y) \right]^2}{n} - \sum_{h=1}^L \frac{P_h S_h^2(Y)}{N}$$

Isolando n e fazendo as devidas simplificações vem,

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h S_h(Y) \right]^2}{N^2 V_{\min}(\bar{y}_{st}) + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(Y)}$$

Substituindo $V_{\min}(\bar{y}_{st})$ pelo seu limite superior dado por (3.2.5.1), então

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h S_h(Y) \right]^2}{N^2 \bar{Y}^2 \frac{E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2} + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(Y)} \quad (3.2.5;2)$$

Portanto, o valor de n calculado por (3.2.5;2) é o mínimo necessário para que se tenha a precisão desejada.

Como não se dispõe dos valores \bar{Y} e $S_h^2(Y)$, pois desconhece-se os y_m , podem ser substituídos por \bar{X} e $S_h^2(X)$ calculadas através dos saldos contábeis, fazendo $L = 2, 3, \dots, NE$, utilizando a regra da acumulada da \sqrt{f} para estratificar e a Partilha Otima para determinar os n_h , tem-se que

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h S_h(X) \right]^2}{N^2 \bar{X}^2 \frac{E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2} + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(X)} \quad (3.2.5;3)$$

onde

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{m=1}^N x_m$$

Calcula-se

$$V_L(\bar{x}_{st}) = \frac{\left[\sum_{h=1}^L p_h S_h(X) \right]^2}{n} - \sum_{h=1}^L \frac{p_h S_h^2(X)}{N}$$

e escolhe-se L e n até que se tenha

$$\text{- ou } V_L(\bar{x}_{st}) \leq \frac{\bar{X}^2 E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}$$

$$- \text{ ou } \min.\{V_L(\bar{x}_{st})\} \leq \frac{\bar{X}^2 E^2}{z_{1-\alpha/2}^2} \quad (3.2.5;4)$$

$$- \text{ ou ainda, para } V_L(\bar{x}_{st}) \text{ e } V_{L-1}(\bar{x}_{st}) \text{ menores que } \frac{\bar{X}^2 E^2}{z_{1-\alpha/2}^2},$$

$$\left| \frac{V_L(\bar{x}_{st}) - V_{L-1}(\bar{x}_{st})}{V_{L-1}(\bar{x}_{st})} \right| \geq GP \quad (3.2.5;5)$$

onde GP representa o ganho de precisão com o aumento do número de estratos. GP poderia ser definido arbitrariamente ou representar um limite inferior relativo do esforço computacional, isto é, $\frac{T_L - T_{L-1}}{T_{L-1}} = GP$, onde $T_L \geq T_{L-1}$ é o tempo ou o custo de processamento pelo computador para L e L-1 estratos.

CAPÍTULO IV

4. USO DO COMPUTADOR NO PROCESSO DE INVENTÁRIO POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

Não se pretende com este trabalho propor um sistema de controle ou de política de estoques, mas uma nova maneira de efetuar o balanço de estoques usando conceitos estatísticos. O computador é uma ferramenta para agilizar, com precisão e com menor custo, o inventário de estoques. Para melhor caracterizar este papel, a seguir, será feita uma descrição do inventário manual e mecanizado, suas vantagens e desvantagens e a função do computador no processo por amostragem estratificada. Um detalhamento maior se justifica em caso de uma aplicação concreta.

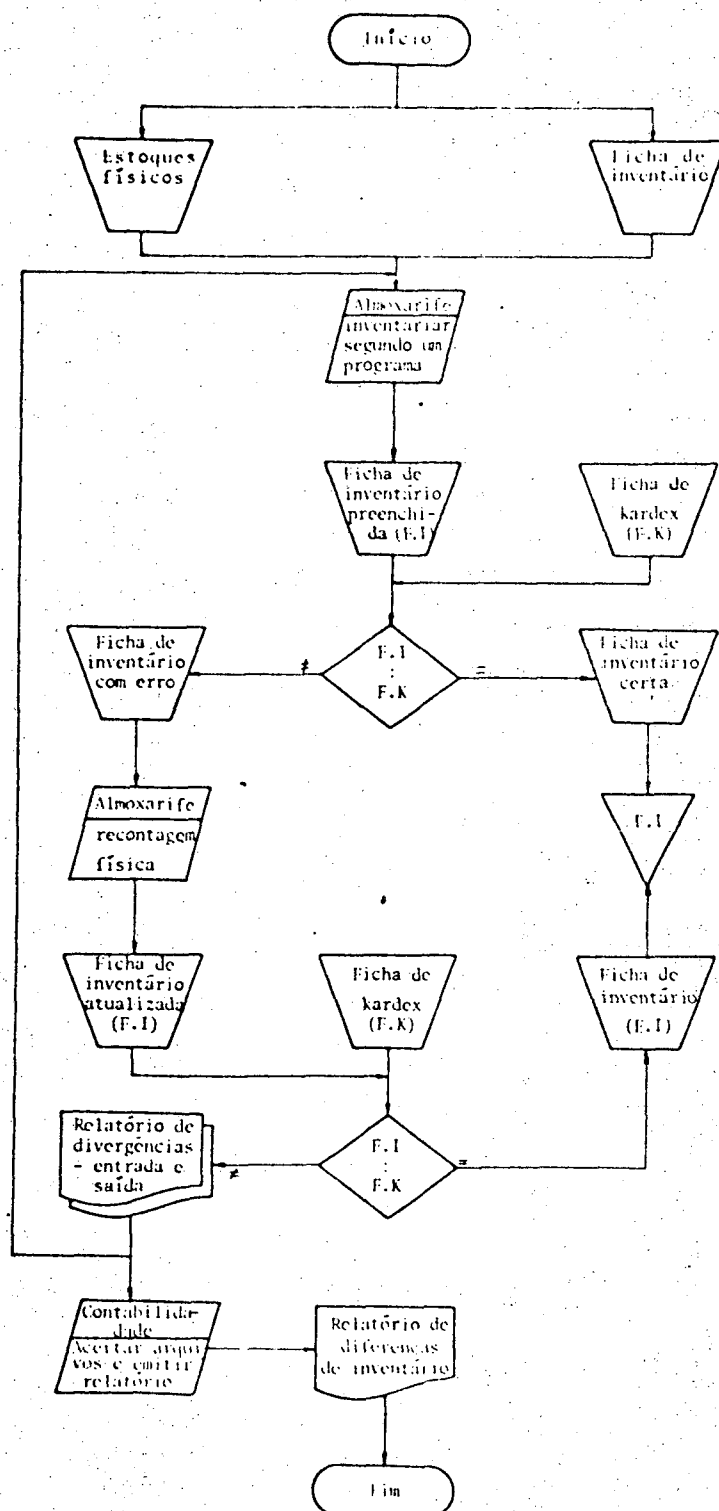
4.1 - Inventário Manual

4.1.1 - Conceito

O método manual é a maneira tradicional que tem se mostrado eficiente para estoques pequenos - até 10.000 itens - tanto para inventário rotativo como para periódico. Consiste essencialmente no simples confronto dos saldos da ficha de inventário registrados após a contagem física com o saldo em quantidade e valor no manual de estoques (kardex, visirecord, etc.) e do controle contábil. Processando a recontagem física e conferência dos controles para os itens que apresentarem divergências. E por fim, são feitas as correções necessárias nos arquivos contábeis.

O fluxograma da figura 2 visualiza a sequência destas operações.

FIGURA 2 - Fluxograma das Atividades do Inventário Manual.



4.1.2 - Vantagens e desvantagens

Devido ao sistema de controle, pode-se enumerar como principais vantagens do inventário manual o fato de:

- não exigir uma estrutura organizacional muito desenvolvida;
- dispensar mão-de-obra especializada;
- prescindir do uso de equipamentos eletrônicos (computador);
- ser de fácil execução para estoques muito pequenos (até 2.000 itens).

E como principais desvantagens, cita-se que:

- o processo é de baixo rendimento em virtude da necessidade de preenchimento manual das fichas de inventário;
- devido à baixa velocidade de execução, raramente permite a realização de inventários total de estoques maiores;
- dificulta o fechamento do balanço pelo atraso da emissão de relatórios, forçando muitas vezes a emissão de documentos simbólicos para acerto provisório;
- dificulta a realização de inventário seletivo (estatístico ou por amostragem);
- os trabalhos têm que ser orientados por classe dos itens (partindo do kardex), o que facilita o confronto com o controle de estoque e dificulta a contagem por obrigar muitos deslocamentos nos depósitos, pois a disposição não acompanha as classes, ou se os trabalhos forem orientados pelo físico, dificulta-

rã a conferência com o kardex;

- a necessidade da comissão de inventário usar o kardex, ao mesmo tempo que outros setores da empresa, prejudica inevitavelmente a execução dos trabalhos;

- por não ser ativada por relatórios, a execução dos trabalhos de inventário, quando desenvolvidos rotativamente, fica na dependência da iniciativa e dinamismo do responsável pela comissão;

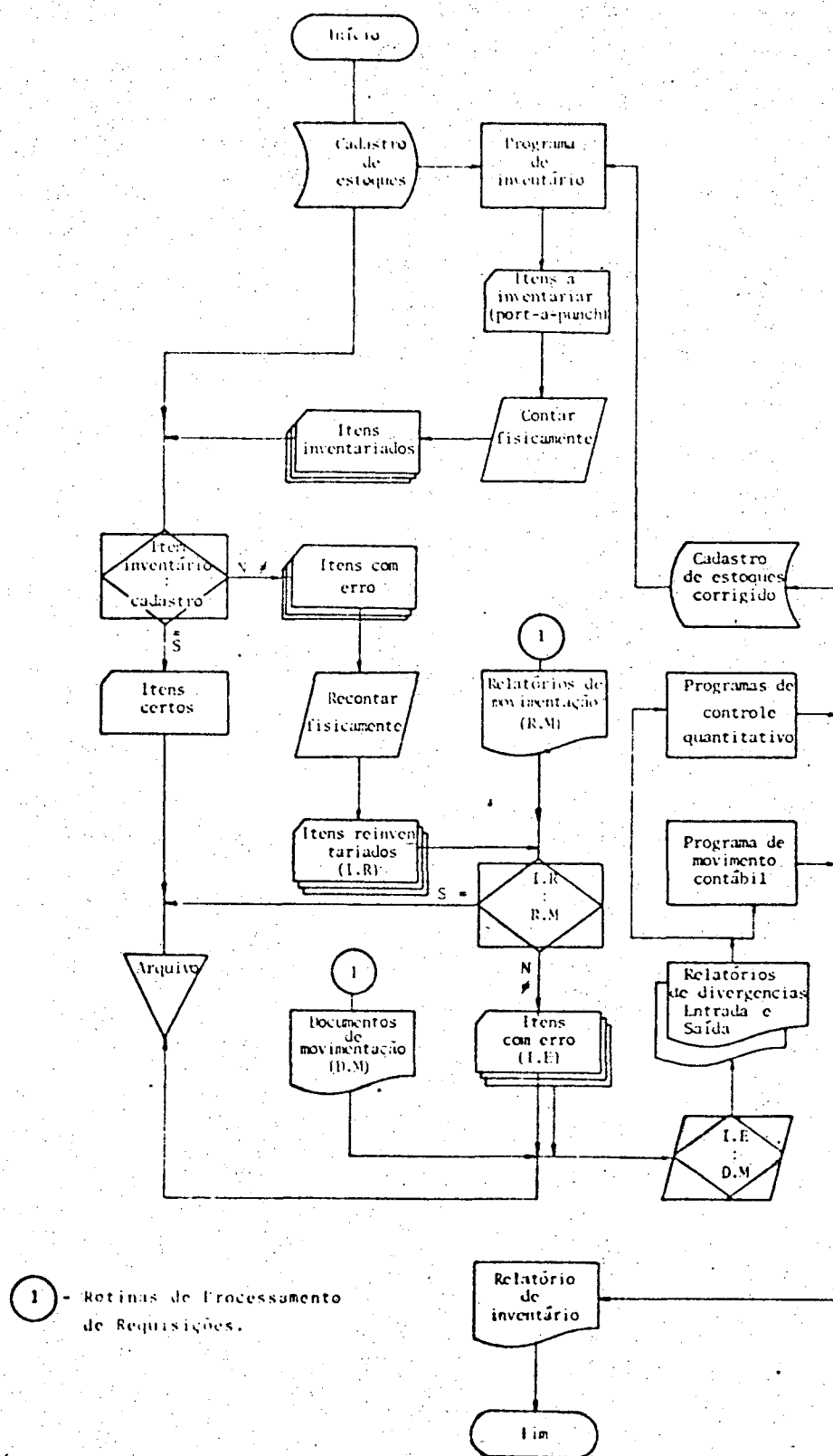
- dada a inexistência de um sistema integrado nas partes de controle quantitativo e contábil dos estoques, os documentos de acerto têm que ser processados na contabilidade, aumentando, assim, a lentidão do processo

4.2 - Inventário Mecanizado

4.2.1 - Conceito

O método mecanizado realiza fundamentalmente as mesmas operações que o manual com auxílio de um computador eletrônico. Permite a realização de inventários corretos com reais vantagens para grandes e médios estoques (de 10.000 a 30.000 itens e acima de 30.000) tanto como finalidade preventiva como de balanço. Maiores detalhes são apresentados no fluxograma da figura 3.

FIGURA 3 - Fluxograma das Atividades do Inventário Mecanizado.



4.2.2 - Vantagens e desvantagens

Por empregar uma tecnologia avançada, cita-se como principais vantagens do inventário mecanizado o fato de que:

- o sistema é de alta produtividade;
- o trabalho pode ser desenvolvido seguindo a disposição nos depósitos, o que diminui em muito o número de deslocamentos dos itens sem dificultar o confronto com os saldos dos controles de estoque e contábil, pois isto é feito facilmente pelo computador;
- os resultados da contagem do estoque físico podem ser registrados diretamente em cartões perfurados pelo sistema "port-a-punch", o que elimina um grande número de erros e é mais rápido que o preenchimento manual das fichas de inventário;
- o trabalho da comissão de inventário não dificulta o da previsão e controle, como ocorre no método manual quando os dois precisam usar o kardex simultaneamente;
- permite um acompanhamento preventivo dos erros rotineiros, evitando a sua acumulação que iria aparecer somente por ocasião da conferência dos saldos contábeis com o físico;
- permite o controle e acerto da localização dos itens nos depósitos, pela identificação dos elementos dos mesmos em diversos lugares e o encontro de outros cujas fichas de localização tenham se extraviado ou estejam incorretas;
- possibilita a realização de inventários seletivos (por amostragem);
- devido a menor inércia do sistema, não existe os problemas de acertos provisórios por ocasião dos fechamentos de balanço;

- a comissão de inventário é ativada pelos relatórios de saída do sistema;

- os documentos de movimentação para acertos podem ser processados pela própria comissão, não precisando ir à contabilidade, visto serem integrados os sistemas contábil, previsão e controle e de inventário;

- os relatórios de saída permitem uma visão geral dos erros cometidos e das diferenças encontradas, favorecendo a adoção de medidas administrativas para evitá-los.

E como principais desvantagens, o fato de que o inventário mecanizado:

- exige uma estrutura organizacional bastante evoluída;
- necessita de mão-de-obra especializada e cara;
- tem aplicação muito cara para estoques pequenos;
- pressupõe o uso de computador e de um sistema integrado de administração de estoques.

4.3 - Funções do Computador no Processo

4.3.1 - Descrição e documentação

Quase todas as operações descritas na seção(2.3) devem ser executadas pelo computador a não ser o levantamento físico dos itens e as atribuições de valores aos parâmetros arbitrários.

Assim, a primeira função do computador é selecionar, utilizando os dados contábeis, os itens com saldo negativo e zero, emitindo ou cartão "port-a-punch" ou uma listagem que servirá de

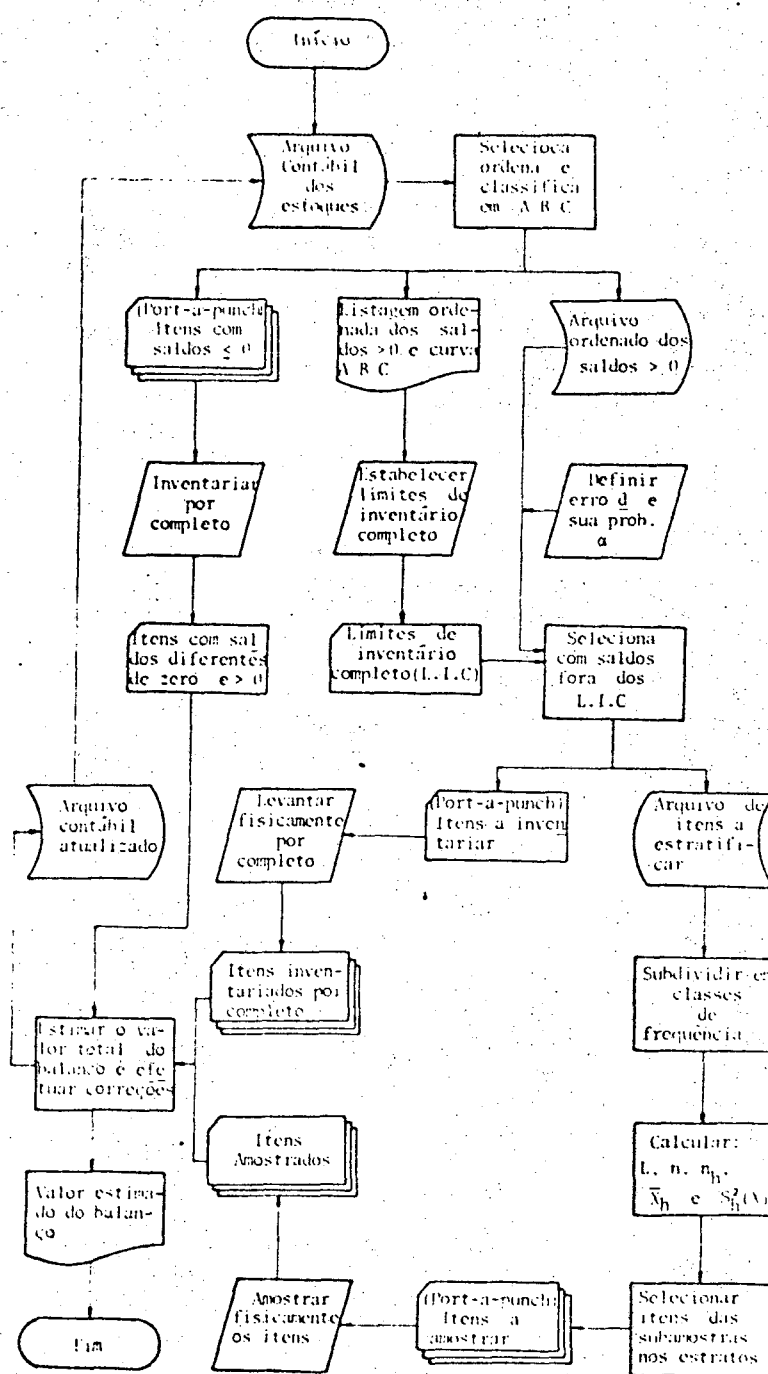
documento de saída e entrada para levantamento físico e para os demais itens, efetuar uma listagem A B C a qual serve para determinar os limites de inventário completo (L.I.C.). Definidos estes limites, o erro admissível - d ou E - e o nível de significância α , processa-se a subdivisão dos saldos contábeis em tabela de frequência com cálculo da acumulada da raiz quadrada das frequências.

Utilizando a fórmula (3.2.4;3), determina-se os limites dos estratos, após definir o número de estratos por informações de custos ou concomitantemente pelo processo de busca-seção (3.2.5). Os programas de computador devem processar o cálculo dos tamanhos N_h , do peso P_h , da variância $S_h^2(X)$ dos estratos, do tamanho da amostra total n e sua repartição em n_h elementos para cada subamostra. É função também do computador selecionar os itens das subamostras de modo aleatório ou sistemático em cada estrato, emitindo um cartão "port-a-punch" ou uma listagem que é utilizada como documento de entrada e saída para inventário dos itens amostrados.

Enfim, com os dados provenientes do levantamento físico, o computador processa as correções dos arquivos de estoques e a estimativa do balanço.

Todas estas operações são visualizadas pelo fluxograma da figura 4.

FIGURA 4 - Fluxograma das Atividades do Processo de Inventário por Amostragem.



CAPÍTULO V

5. CUSTOS DO PROCESSO DE INVENTÁRIO

Muitos são os custos envolvidos no processo de amostragem estratificada - Nassar(13;55). Para processo de inventário pode-se classificar os custos em três categorias:

- custo fixo C_0 - que abrange todos os custos com material, pessoal e equipamentos;
- custo de estratificação C_e - que envolve o custo de utilização do computador para organizar um estrato e estimar o balanço;
- custo de inventário c_h - que são os custos para efetuar a contagem física de um item, diferenciados para cada estrato h . Então, o custo total pode ser expresso por

$$C(T) = C_0 + L C_e + \sum_{h=1}^L c_h n_h \quad (5;1)$$

Outro modo de calcular $C(T)$, é considerar $c_h = C$, onde C poderia ser o custo médio do inventário de um item para fins contábeis pois, na maioria dos casos, visa-se somente o custo total. Então,

$$C(T) = C_0 + C_e L + n_1 C + n C \quad (5;2)$$

onde n está representando o tamanho da amostra total e n_1 é o número dos itens inventariados por completo.

Ou ainda, o custo total pode ser calculada na sua forma mais simples:

$$C(T) = C_0 + \sum_{h=1}^L C_h n_h \quad (5;3)$$

onde C_h engloba os custos de contagem física e de organização de um estrato.

Em Antunes(1) é apresentado um estudo completo da amostragem estratificada em função dos custos.

5.1 - Repartição da Amostra Total em Função do Custo: Partilha Econômica

A minimização da $V(\bar{y}_{st})$ sob a restrição de um custo de amostragem é comumente denominado de Partilha Econômica - Antunes (1;32).

Por (3.1.2;1) tem-se que

$$V(\bar{y}_{st}) = \sum_{h=1}^L \frac{p_h^2 S_h^2(Y)}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right)$$

Segundo Nassar(13;22), considere-se a fração de amostragem $\frac{n_h}{N_h}$ desprezível. Então, a Partilha Econômica consiste em calcular n_h que minimiza $V(\bar{y}_{st})$ sob a condição de custo dada por (5;3), onde $C(T)$ é a verba total para efetuar o inventário, o que é equivalente a calcular o ponto de sela da função,

$$F(n_1, n_2, \dots, n_h; B) = V(\bar{y}_{st}) + B \left(\sum_{h=1}^L C_h n_h - C(T) + C_0 \right)$$

onde B é um multiplicador de Lagrange. Logo,

$$F(n_1, n_2, \dots, n_L; B) = \sum_{h=1}^L \frac{P_h^2 S_h^2(Y)}{n_h} + B \left(\sum_{h=1}^L C_h n_h - C(T) + C_0 \right)$$

Calculando,

$$\frac{\partial F}{\partial n_h} = - \frac{P_h^2 S_h^2(Y)}{n_h^2} + B C_h = 0$$

tem-se que:

$$n_h = \frac{P_h S_h(Y)}{\sqrt{B C_h}}$$

Como

$$n = \sum_{h=1}^L n_h \quad \text{ou} \quad n = \frac{1}{\sqrt{B}} \sum_{h=1}^L \frac{P_h S_h(Y)}{\sqrt{C_h}}$$

e dividindo membro a membro as expressões de n e n_h , encontra-se que

$$\frac{n_h}{n} = \frac{\frac{P_h S_h(Y)}{\sqrt{C_h}}}{\sum_{h=1}^L \frac{P_h S_h(Y)}{\sqrt{C_h}}} \quad \text{ou} \quad n_h = \frac{\frac{P_h S_h(Y)}{\sqrt{C_h}}}{\sum_{h=1}^L \frac{P_h S_h(Y)}{\sqrt{C_h}}} n$$

Considerando os $C_h = C'$ constantes, então por (5;3), tem-se que

$$n = \frac{C(T) - C_0}{C'} \quad \text{e} \quad n_h = \frac{P_h S_h(Y)}{\sum_{h=1}^L P_h S_h(Y)} n$$

o que corresponde a Partilha Ótima ou de Neyman. É este o motivo de ter sido proposta, na seção 3.2, a Partilha Ótima, pois além de atender a precisão pretendida pode satisfazer uma condição econômica desde que se considere C_h iguais ao custo médio de levantamento.

5.2 - Número de Estratos e Tamanho da Amostra Total em Função do Custo

A função custo que melhor se adapta aos propósitos deste estudo é dada por (5;2), considerando n_1 desprezível por ser normalmente pequeno com pouca influência no custo total ou incorporando os custos de inventário completo aos custos fixos.

Supondo que as seguintes restrições estejam satisfeitas:

- o custo total seja calculado por

$$C(T) = C_0 + C_e L + n C \quad (5.2;1)$$

onde C_e é o custo de organização de um estrato
 C é o custo para inventariar um item
 C_0 é um custo fixo do inventário
 n é o tamanho da amostra total;

- a variável de estudo Y tenha uma distribuição uniforme no intervalo $[a,b]$;

- a população esteja subdividida em L estratos de igual tamanho;

então

$$S_h^2(Y) = \frac{(b-a)^2}{12 L^2}, \text{ para } h = 1, 2, \dots, L \quad (5.2;2)$$

Como a Partilha Econômica é também ótima - Antunes(1;59), ao considerar desprezível a fração de amostragem, vem que

$$V_{\min}(\bar{y}_{st}) = \frac{(b-a)^2}{12 n L^2} \quad (5.2;3)$$

Portanto, basta calcular L e n que minimizam (5.2;3), o que é o mesmo que achar o ponto de sela da função a seguir.

$$F(L,n) = B \left[V(\bar{y}_{st}) - V_0 \right] + C_0 + C_e L + n C$$

onde B é um multiplicador de Lagrange e $V_0 = \frac{\bar{Y}^2 E^2}{Z_{1-\alpha/2}^2}$ dado por (3.1.3;2). Assim,

$$F(L,n) = B \left[\frac{(b-a)^2}{12 n L^2} - V_0 \right] + C_0 + C_e L + C n$$

logo

$$\frac{\partial f}{\partial L} = -B \frac{(b-a)^2}{6 n^2 L^3} + C_e = 0 \quad e \quad B = \frac{6 C_e n L^3}{(b-a)^2} \quad (a)$$

$$\frac{\partial F}{\partial n} = -B \frac{(b-a)^2}{12 n^2 L^2} + C = 0 \quad e \quad B = \frac{12 n^2 L^2 C}{(b-a)^2} \quad (b)$$

Por (a) e (b), tem-se que:

$$\frac{L}{2n} = \frac{C}{C_e} \quad . \quad \text{Logo,} \quad L = \frac{2n C}{C_e} \quad e \quad n = \frac{L C_e}{2C}$$

Supondo que $V(\bar{y}_{st}) = V_0$, tem-se que:

$$L = \sqrt[3]{\frac{(b-a)^2 C}{6 V_0 C_e}} = \sqrt[3]{\frac{(b-a)^2 C Z_{1-\alpha/2}^2}{6 \bar{Y}^2 E^2}} \quad (5.2;4)$$

e

$$n = \sqrt[3]{\frac{(b-a)^2 C_e^2}{48 C^2 V_0}} = \sqrt[3]{\frac{(b-a)^2 C_e^2 Z_{1-\alpha/2}^2}{48 C^2 \bar{Y}^2 E^2}} \quad (5.2;5)$$

Os valores de n e L calculados em (5.2;4) e (5.2;5) são uma primeira aproximação devido às simplificações consideradas e por não se dispor de \bar{Y} o qual pode ser aqui substituído por \bar{X} devido ao processo de estratificação proposto.

Outro modo de calcular n e L é incorporar os custos de levantamento físico dos itens aos custos fixos ($C_0 + C_0 + n C$) e determinar uma verba $C(T)$ com bases em inventários anteriores. Portanto, a fórmula (5.2;1) se reduz a

$$C(T) = C_0 + C_e L. \quad \text{Logo,} \quad L = \frac{C(T) - C_0}{C_e},$$

e n é calculado por (3.2.5;2), isto é,

$$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h S_h(X) \right]^2}{N^2 \bar{X}^2 \frac{E^2}{z_{1-\alpha/2}^2} + \sum_{h=1}^L N_h S_h^2(X)}$$

Em Antunes(1;60), sob as mesmas restrições acima para a variável estratificadora X , são propostos os valores de L e n dados pela busca do ponto de sela da função abaixo e substituídos em (5.2;1),

$$F(L, n) = B \left[(V(\bar{y}_{st}) - V_0) + C_0 + C_e L + n C \right]$$

onde

$$V(\bar{y}_{st}) = \frac{S^2(Y)}{n} \left[\frac{\rho^2}{L^2} + (1 - \rho^2) \right]$$

com, ρ - coeficiente de correlação entre Y e X , na população não estratificada;

- $Y = A + BX + e$ conforme seção 3.2.3;
- $S^2(Y)$ é a variância de Y baseada em uma amostra aleatória simples de tamanho n.

Pelo exposto nesta seção, pode-se concluir que o método de cálculo de L e n apresentado na seção 3.2.5 é o que proporciona melhores resultados, tanto em termos práticos como de custos. Pois, o Processo de Busca para o cálculo de L e n, comparado com os apresentados aqui, tem a mais as seguintes vantagens:

- menor número de restrições
- os valores de L e n não constituem uma aproximação de vido à confiabilidade exigida para os registros contábeis;
- os resultados intermediários são posteriormente utilizados com outras finalidades;
- não se tem necessidade de informações complementares de outras fontes(custos anteriores, amostra piloto, etc);
- principalmente,garante a precisão desejada com menor custo.

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS DE UM BALANÇO DE ESTOQUES POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

6.1 - Apresentação

Para a aplicação, foram utilizados os dados de estoques do Almoxarifado Central da Universidade Federal de Santa Catarina.

Apesar do estoque ser pequeno (menos de 500 itens) há uma movimentação de 200 (duzentas) requisições diárias, quase 50% do total de itens. O controle diário da movimentação de estoques é feito manualmente. É feita continuamente uma conferência de estoques através do confronto da ficha kardex com a ficha contábil. Havendo divergência, é realizada a contagem física dos elementos do item em questão. E, mensalmente, são inventariados todos os itens - isso é o balanço mensal de estoques.

Os resultados de balanço por inventário completo, apresentados a seguir, representam, com pouquíssima margem de erro, o valor real do estoque. E para o balanço por amostragem estratificada, as fichas contábeis serviram como fonte de dados para geração de arquivo-cadastro que era atualizado semanalmente.

Tais resultados foram obtidos através de um programa, resumidamente visualizado pelo fluxograma da figura 4 e codificado em linguagem Fortran IV para um computador IBM modelo 4341, que além de estimar o valor do balanço, possibilitou as seguintes análises de sensibilidade:

- do número de estratos em relação ao número de classes

na tabela de frequência;

- do tempo de processamento na C.P.U. em função do número de estratos;

- dos limites de inventário completo para que se tenha boa estratificação.

- do ganho de precisão com aumento do número de estratos;

- da forma de seleção das subamostras que proporcione melhores estimativas;

- do efeito do tamanho da amostra total em relação a variação de α e E , respectivamente, nível de significância e o erro máximo admissível para o estimador do saldo médio real.

Foram selecionados no mínimo dois itens para cada subamostra utilizando a amostragem sistemática independente em cada estrato e de três modos:

- Amostragem Sistemática por Valores dos Saldos que consiste em classificar os saldos contábeis dos itens em cada estrato em tantos intervalos quanto o tamanho da subamostra e escolher o item cujo valor do saldo é mais próximo do ponto médio de cada intervalo;

- Amostragem Sistemática por Índice que consiste em classificar, em cada estrato, os índices correspondentes aos saldos ordenados em tantos intervalos quanto o tamanho da subamostra e escolher o item cujo índice seja mais próximo ao ponto médio de cada intervalo;

- Amostragem Sistemática por Estratificação que con-

siste em reaplicar em cada estrato o processo de estratificação utilizado na população, dividindo-o em tantos subestratos quanto o tamanho da subamostra e escolher o item cujo saldo é mais próximo do valor médio de cada subestrato.

O número de estratos foi calculado pela fórmula(3.2.5;4) fazendo-o variar de dois a vinte e cinco.

Para determinar os limites dos estratos foi aplicada a fórmula(3.2.4;3) com variação do número de classes da tabela de frequência de vinte a cem.

Quando num estrato houve superamostragem, o cálculo de $V(\bar{x}_{st})$ foi feito de maneira análoga pela fórmula (3.2.1;3) substituindo Y por X, pois devido ao sistema de controle existente, com certeza, a correlação entre a variável de estudo Y, saldos reais, e variável estratificadora X, saldos contábeis, é aproximadamente 1(um). Tal suposição é feita para aplicação de todas as outras fórmulas.

A perda de precisão é definida como o percentual da diferença entre $V_{\min}(\bar{x}_{st})$ e $\min[V_{\min}(\bar{x}_{st})]$ para uma variação do número de estratos.

6.2 - Resultados e Comentários

A sequência dos resultados aqui apresentados segue a das etapas do processo descrito no capítulo II, utilizando os dados de estoques do anexo. Nesta sequência, até a repartição da amostra total, são os dados contábeis dos itens que entram nas fórmulas para obtenção dos resultados.

6.2.1 - Itens inventariados por completo

Foi feita contagem física de todos os itens com saldo contábil menor ou igual a zero, com estoques zero e com saldo maior que um valor pré-estabelecido.

No quadro 1, são listados os itens cujo saldo realmente é zero que ainda fazem parte dos estoques. Foram encontrados outros itens com saldo zero ou menor, mas já haviam sido retirados dos estoques.

No quadro 2, são apresentados os itens cujos saldos estão acima do limite de inventário completo. A escolha de Cr\$ 95.000,00 (noventa e cinco mil cruzeiros) foi feita pela análise da listagem dos dados do anexo. São valores que realmente causaram assimetria na distribuição dos saldos dos itens. Para testar foi feita uma pesquisa variando estes limites e verificando os efeitos na estimação do valor do balanço.

QUADRO 1.

ITENS COM SALDO DE ESTOQUES MENOR OU IGUAL A CR\$ 0.0

COD-ITEM	ESTOQUES	PREC-UNIT	SALDO-ITEM
11	0	3375.00	0.0
16	0	1.46	0.0
17	0	2.87	0.0
18	0	1.97	0.0
20	0	1.69	0.0
25	0	23.67	0.0
30	0	5.34	0.0
45	0	20.00	0.0
46	0	37.00	0.0
47	0	13.56	0.0
61	0	28.00	0.0
63	0	65.00	0.0
75	0	8.37	0.0
80	0	11.00	0.0
100	0	11.14	0.0
105	0	25.44	0.0
107	0	27.30	0.0
112	0	20.00	0.0
117	0	0.0	0.0
120	0	34.00	0.0
125	0	331.08	0.0
161	0	8.59	0.0
166	0	68.00	0.0
167	0	13.36	0.0
182	0	4.52	0.0
183	0	16.00	0.0
191	0	27.00	0.0
197	0	0.0	0.0
193	0	203.95	0.0
199	0	20.00	0.0
200	0	205.00	0.0
201	0	95.00	0.0
202	0	11.00	0.0
204	0	160.00	0.0
205	0	28.00	0.0
206	0	31.70	0.0
207	0	15.00	0.0
208	0	7.21	0.0
209	0	5.23	0.0
210	0	5.23	0.0
211	0	42.00	0.0
212	0	14.00	0.0
213	0	0.06	0.0
214	0	113.43	0.0
215	0	123.00	0.0
216	0	120.00	0.0
217	0	195.00	0.0
218	0	70.00	0.0
219	0	111.75	0.0
221	0	37.27	0.0
222	0	25.00	0.0
223	0	110.00	0.0
224	0	118.00	0.0
226	0	3.79	0.0
232	0	11700.00	0.0
235	0	137.00	0.0
245	0	635.18	0.0
246	0	960.00	0.0
248	0	6261.00	0.0
251	0	110.00	0.0
254	0	98.00	0.0
255	0	15.00	0.0
264	0	23.59	0.0
273	0	4561.00	0.0
291	0	2600.00	0.0
293	0	126.00	0.0
301	0	1690.00	0.0

QUADRO 1.(continuação)

ITENS COM SALDO DE ESTOQUES MENOR DO IGUAL A CR\$ 0.0

COD-ITEM	ESTOQUES	PREC-UNIT	SALDO-ITEM
311	0	1205.00	0.0
312	0	1205.00	0.0
313	0	1205.00	0.0
342	0	169.15	0.0
347	0	24.00	0.0
348	0	9.19	0.0
375	0	0.87	0.0
682	0	3.89	0.0
383	0	18.76	0.0
384	0	5.03	0.0
386	0	10.44	0.0
388	0	1.30	0.0
400	0	10.00	0.0
404	0	24.42	0.0
412	0	52.16	0.0
413	0	150.98	0.0
418	0	82.61	0.0
422	0	25.19	0.0
425	0	53.27	0.0
427	0	4.87	0.0
428	0	1.89	0.0
429	0	2.65	0.0
441	0	10.50	0.0
452	0	181.50	0.0
453	0	63.37	0.0
455	0	110.00	0.0
457	0	3.00	0.0
470	0	139.09	0.0
479	0	6.35	0.0
480	0	12.65	0.0
483	0	200.00	0.0
485	0	33.19	0.0
485	0	19.67	0.0
487	0	223.00	0.0
488	0	1.10	0.0

NUMERO DE ITENS = 102

SALDO PARCIAL = CR\$ 0.0

SALDO MEDIO = CR\$ 0.0

PERCENTAGEM -

DOS ITENS = 20.9016

DO SALDO = 0.0

QUADRO 2.

ITENS COM SALDO ACIMA DE CR\$ 95000.00

COD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
59	747	128.28	95825.13
94	6760	19.72	133307.19
132	1128	98.83	111480.19
147	3370	35.86	120848.19
172	933	173.70	162930.58
295	1526	328.67	501550.38
469	442	254.31	112405.00

NUMERO DE ITENS = 7

SALDO PARCIAL = CR\$ 1238346.00

SALDO MEDIO = CR\$ 176906.56

PERCENTAGEM -

DOS ITENS = 1.4344

DO SALDO = 32.5793

6.2.2 - Itens sujeitos ao processo de amostragem

São considerados para o processo de inventário por amostragem os itens com saldo entre zero e Cr\$ 95.000,00 (noventa e cinco mil cruzeiros) os quais estão listados no quadro 3 já ordenados pelos saldos.

Salienta-se que estes são dados contábeis que, devido ao processo de controle já descrito na seção 6.1, são altamente correlacionados com os valores reais.

QUADRO 3.

ITENS ESTRATIFICAVEIS ORDENADES PELOS SALDOS

COD-ITEM	ESTOQUES	PREC-UNIT	SALDO-ITEM
124	6	0.43	2.58
43	1	3.94	3.94
196	3	2.19	6.57
14	23	0.29	6.67
454	1	10.92	10.92
173	1	12.00	12.00
396	5	2.65	13.25
22	3	5.32	15.96
262	2	8.00	16.00
55	2	8.22	16.44
279	1	17.47	17.47
393	19	0.93	17.67
434	35	0.51	17.85
440	4	4.78	19.12
119	2	10.95	21.90
5	11	2.00	22.00
66	1	23.00	23.00
21	6	4.19	25.14
81	23	0.90	20.70
114	13	2.01	26.13
82	291	0.09	26.19
445	3	9.29	27.87
69	2	14.00	28.00
225	1	30.00	30.00
436	1	30.00	30.00
474	4	7.59	30.36
465	13	2.40	31.20
54	2	16.62	33.24
365	2	18.69	37.38
377	10	3.89	38.90
220	1	40.00	40.00
352	5	8.43	42.15
48	13	3.47	45.11
99	1	46.00	46.00
293	1	48.00	48.00
236	1	49.00	49.00
269	1	50.00	50.00
320	6	8.50	51.00
475	1	51.09	51.09
187	57	0.79	52.93
260	10	5.39	53.90
268	9	6.00	54.00
325	8	7.00	56.00
392	30	2.21	66.30
336	4	17.00	68.00
444	27	2.59	69.93
339	144	0.50	72.00
257	1	75.00	75.00
266	2	38.00	76.00
35	23	2.82	73.96
406	28	2.89	80.92
466	7	11.81	82.67
434	1	86.19	86.19
319	1	89.97	89.97
395	43	2.19	94.17
460	25	3.91	97.75
349	11	9.38	103.18
261	5	22.00	110.00
122	14	8.15	114.10
398	45	2.50	115.00
473	19	6.11	116.09
459	5	20.00	120.00
271	1	120.00	120.00
326	18	7.00	126.00
109	15	8.53	127.95
397	12	10.69	128.28
333	3	43.00	129.00

QUADRO 3. (continuação)

COD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
76	37	3.50	129.50
272	1	130.00	130.00
433	5	26.00	130.00
408	73	1.67	130.26
118	5	26.13	130.65
346	1	133.39	133.39
362	3	44.89	134.67
481	30	4.59	137.70
303	23	6.00	138.00
163	1	140.00	140.00
327	23	6.23	143.29
354	10	15.00	150.00
83	50	3.28	164.00
328	11	16.62	182.82
3	1	189.75	189.75
270	9	22.00	198.00
352	1	200.00	200.00
356	1	210.00	210.00
458	272	0.79	214.88
394	13	12.00	216.00
10	55	3.98	218.90
359	5	44.89	224.45
13	122	1.34	224.48
308	3	76.16	228.48
373	92	2.50	230.00
305	6	39.50	237.00
34	103	2.33	239.99
15	30	8.00	240.00
407	3	80.00	240.00
77	500	0.51	255.00
341	402	0.64	257.28
102	1	257.37	257.37
339	30	8.69	260.70
330	87	3.00	261.00
307	8	32.71	261.68
306	3	32.71	261.68
329	107	2.57	274.99
305	30	3.50	280.00
89	11	26.04	286.44
287	1	289.83	289.83
424	1150	0.25	290.00
405	39	7.59	296.01
390	17	17.59	299.03
238	2	150.00	300.00
439	6	52.00	312.00
233	4	78.75	315.00
67	13	24.85	323.57
353	4	32.00	323.00
351	1	330.00	330.00
379	3	42.00	336.00
40	33	10.21	336.93
338	34	10.90	340.00
4	19	18.50	352.64
121	2	177.97	355.94
437	4	90.00	360.00
331	2	184.00	368.00
138	6	61.34	368.04
371	1	372.50	372.50
62	38	10.00	380.00
337	26	15.00	390.00
402	31	12.75	395.25
23	11	36.83	405.13
115	53	4.25	416.50
446	53	6.62	417.06
286	1	421.67	421.67
316	100	4.36	436.00
364	4	122.84	491.36

QUADRO 3. (continuação)

COO-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
372	1	500.00	500.00
387	100	5.10	510.00
317	2	269.00	538.00
370	1	540.00	540.00
78	251	2.00	562.00
292	1	580.00	580.00
154	4	145.63	582.72
231	1	500.00	600.00
28	220	2.73	600.60
290	1	602.39	602.39
461	42	6.62	609.04
71	11	55.00	616.00
103	57	10.86	619.02
289	1	625.33	625.33
42	5	125.30	629.00
391	33	18.67	633.46
169	75	8.47	643.72
275	1	653.39	653.39
64	22	29.90	657.80
263	2	356.00	672.00
179	35	19.31	675.85
421	4	170.25	681.00
345	11	52.00	682.00
288	2	352.00	704.00
455	22	32.05	705.10
63	37	19.16	708.92
158	57	10.33	712.77
170	51	14.47	737.97
250	1	748.00	748.00
438	10	75.00	750.00
171	1457	0.51	758.57
368	10	76.00	760.00
357	5	128.00	768.00
463	10	77.00	770.00
399	1	800.00	800.00
426	8	100.00	800.00
344	1	306.65	806.65
340	54	15.00	810.00
472	4	212.84	851.36
297	7	121.65	851.55
8	125	6.79	852.54
27	73	11.00	858.00
355	5	178.00	890.00
369	3	298.53	895.59
2	39	23.00	897.00
29	195	4.59	899.64
304	2	450.00	900.00
299	3	305.33	915.99
31	309	3.00	927.00
471	4	237.16	948.64
108	23	42.00	966.00
85	13	54.53	933.34
162	55	15.00	990.00
240	1	1000.00	1000.00
58	13	55.85	1002.42
401	1	1020.00	1020.00
88	13	56.71	1020.78
403	44	23.79	1046.76
314	9	120.89	1088.01
192	124	9.00	1116.00
430	12	98.15	1178.28
37	55	13.35	1179.80
409	73	16.30	1189.90
282	5	245.00	1225.00
363	4	306.56	1226.24
84	70	17.97	1257.90
350	11	114.76	1262.36

QUADRO 3. (continuação)

COD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
375	104	12.25	1274.00
9	240	5.36	1286.40
367	27	48.63	1313.01
32	135	7.17	1333.62
38	155	8.22	1356.30
133	152	9.00	1368.00
116	1420	0.98	1391.60
249	2	700.00	1400.00
87	33	38.00	1444.00
476	123	12.21	1501.83
411	30	19.21	1536.80
39	174	9.12	1586.88
265	40	40.00	1600.00
274	3	541.93	1625.79
70	159	10.53	1674.27
152	23	73.05	1680.15
294	1	1588.00	1688.00
155	30	58.33	1749.90
751	23	62.55	1751.40
284	4	466.88	1867.52
324	7	268.00	1876.00
322	20	100.00	2000.00
7	54	24.64	2069.76
278	15	129.80	2076.80
267	29	72.00	2088.00
447	25	85.58	2142.00
6	39	55.00	2145.00
414	31	69.52	2155.12
281	5	439.00	2195.00
366	20	110.61	2212.20
111	12	137.77	2253.24
1	34	26.90	2259.60
318	20	115.00	2300.00
160	154	12.51	2320.24
239	2	1200.00	2400.00
189	175	14.00	2464.00
228	20	123.60	2476.00
203	50	50.00	2500.00
168	157	15.00	2505.00
49	103	23.47	2534.76
175	1272	2.01	2596.92
177	325	8.15	2648.75
443	152	16.43	2661.66
74	580	4.60	2668.00
24	900	3.00	2700.00
280	3	943.19	2829.57
385	200	14.32	2864.00
73	101	29.27	2956.27
276	21	141.53	2973.18
155	123	24.36	2996.28
72	454	6.75	3064.50
241	1	3202.00	3202.00
136	259	12.00	3228.00
381	500	6.46	3230.00
165	39	36.70	3266.30
374	50	57.00	3420.00
194	144	23.90	3441.60
450	10	345.05	3450.50
420	30	116.48	3494.40
277	12	292.64	3511.68
65	23	155.00	3565.00
478	2	1935.00	3870.00
253	37	105.57	3906.09
432	10	394.19	3941.90
129	434	8.15	3944.60
36	133	28.73	3964.74
321	200	20.00	4000.00

QUADRO 3. (continuação)

COD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
323	100	40.00	4000.00
423	349	11.48	4006.52
183	250	16.28	4232.80
96	173	24.70	4273.10
146	290	14.89	4318.10
134	32	140.00	4460.00
343	3	1554.56	4663.68
153	8635	0.54	4690.44
334	200	24.39	4878.00
234	1	4837.50	4887.50
91	200	17.47	5066.30
449	11	462.70	5089.70
164	1647	3.42	5632.74
127	1677	3.42	5735.34
41	4	1440.31	5761.24
237	1	5860.00	5860.00
131	10995	0.54	5937.84
33	1250	4.75	5935.00
464	29	209.29	6059.41
477	40	152.51	6100.40
302	30	76.59	6127.20
110	279	20.57	6150.43
181	3431	1.37	6509.47
86	157	40.54	6786.86
150	154	44.57	6863.73
315	353	16.76	6903.63
95	5	1395.69	6978.45
468	25	285.00	7125.00
358	10	731.19	7311.90
482	14	531.00	7434.00
242	40	195.00	7800.00
180	2805	2.79	7825.95
141	525	15.00	7890.00
229	5	1350.00	8100.00
442	205	40.42	8326.52
174	429	19.72	8459.88
106	439	19.36	8499.04
148	2523	3.42	8628.66
193	255	33.30	8552.80
435	2833	3.12	8858.96
462	35	252.00	9072.00
12	650	14.00	9100.00
243	54	159.52	9159.43
52	142	64.73	9191.66
335	10	924.87	9248.70
378	40	260.04	10401.60
164	139	56.00	10584.00
79	7554	1.42	10726.68
176	955	11.43	10915.65
57	932	11.88	11072.16
58	452	24.10	11134.20
419	37	302.59	11195.83
140	4095	2.79	11427.84
145	470	25.35	11933.30
19	5780	2.03	12022.46
157	1000	12.17	12170.00
143	38	145.00	12760.00
448	72	179.23	12904.56
283	3	1553.50	13228.00
25	1222	11.96	14615.12
467	1806	8.10	14628.60
93	635	23.55	14977.80
380	12	1250.00	15000.00
310	55	274.95	15397.20
135	233	56.00	16128.00
128	651	25.39	16782.79
244	3	5650.00	16950.00

QUADRO 3. (continuação)

COD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
97	53	322.65	17100.45
230	130	131.34	13134.00
104	1549	11.91	18448.59
258	95	195.69	18590.55
137	1651	11.43	18935.23
360	1	19890.00	19890.00
410	474	42.43	20111.82
178	632	31.10	21210.20
135	1921	11.09	21536.59
142	155	143.00	22308.00
361	9	2505.00	23085.00
259	140	167.88	23503.20
50	213	103.00	23544.00
252	1935	12.25	24355.65
101	1605	15.37	24668.85
51	231	109.69	25338.39
256	112	227.00	25424.00
113	673	38.34	26139.32
300	14	1372.00	26208.00
227	6818	3.95	26931.10
53	519	51.94	26956.86
130	2801	11.09	31063.09
416	27	1166.30	32043.60
145	1336	25.39	33921.04
247	10	3431.00	34310.00
431	49	713.30	34951.70
415	51	751.71	35787.21
285	10	3578.75	35787.50
123	600	59.69	35814.00
417	20	2075.48	41509.60
56	233	147.36	41344.38
186	17470	2.62	45771.40
90	144	338.75	48780.00
60	409	127.50	52147.50
298	55	985.59	55193.04
126	1410	35.85	50244.90
92	1405	43.22	60767.32
139	24970	2.62	65421.40
159	1113	59.89	66657.56
190	895	93.83	83452.51
156	2535	35.86	90705.06
44	6153	14.78	91015.19
451	174	529.04	92052.94
144	2339	39.39	93302.69

6.2.3 - Subdivisão dos itens em classes A B C e em classes de frequências

No quadro 4, além da classificação A B C dos saldos contábeis dos itens sujeitos ao processo de estratificação, são expostos a variação dos saldos, o número total, o valor do saldo total e os percentuais destes mesmos itens.

Como foi dito na seção 3.2.2, os limites dos estratos tem influência no valor das estimativas \bar{y}_{st} e $V(\bar{y}_{st})$. E, como os limites são também limites de classe na tabela de frequência quando se utiliza a regra dos valores acumulados da raiz quadrada da frequência, no quadro 5 é apresentada a tabela que proporciona melhores resultados.

QUADRO 4.

CURVA ABC DOS ITENS ESTRATIFICAVEIS

CLASSE	VALOR-SALDO	PORC-VALOR	NUM-ITEM	PORC-ITEM
C	130027.19	5.07	232	61.21
B	520220.19	20.33	91	24.01
A	1912439.00	74.63	56	14.78

ITENS COM SALDO ENTRE CR\$ 0.0 E CR\$ 95000.00

NUMERO DE ITENS = 379

SALDO PARCIAL = CR\$ 2562618.00

SALDO MEDIO = CR\$ 6761.52

PERCENTAGEM -

DOS ITENS = 77.6039

DO SALDO = 67.4202

QUADRO 5.

TABELA DE FREQUENCIA DE 377 ITENS CUJOS VALORES SAO EM CRUZEIROS

CLASSE	LIM-CLASSE	FREQ	ACUM-RQ-FREQ
1	930.00	143	13.53
2	1004.00	34	19.09
3	2002.00	23	24.09
4	3732.00	15	28.09
5	4004.00	13	32.50
6	5001.00	9	39.53
7	6034.00	11	37.05
8	7467.00	7	40.50
9	8600.00	5	42.73
10	9331.00	13	49.09
11	10200.00	9	49.09
12	11144.00	7	48.54
13	12132.00	3	50.27
14	13085.00	3	52.00
15	13740.00	1	53.00
16	14731.00	2	54.42
17	15309.00	3	56.15
18	16797.00	2	57.50
19	17733.00	2	58.98
20	18863.00	3	60.71
21	19596.00	1	61.71
22	20529.00	2	63.13
23	21402.00	1	64.13
24	22345.00	2	65.54
25	23320.00	1	66.54
26	24261.00	2	67.95
27	25194.00	2	69.37
28	26127.00	2	70.78
29	27063.00	4	72.73
30	27991.00	9	72.78
31	28926.00	9	72.78
32	29855.00	9	72.78
33	30742.00	9	72.78
34	31725.00	1	73.78
35	32658.00	1	74.78
36	33591.00	0	74.78
37	34524.00	1	75.78
38	35457.00	2	77.20
39	36393.00	3	78.93
40	37323.00	0	78.93
41	38250.00	0	78.93
42	39134.00	0	78.93
43	40122.00	0	78.93
44	41055.00	0	78.93
45	41933.00	2	80.34
46	42921.00	0	80.34
47	43854.00	0	80.34
48	44797.00	0	80.34
49	45720.00	0	80.34
50	46653.00	1	81.34
51	47580.00	0	81.34
52	48517.00	0	81.34
53	49457.00	1	82.34
54	50389.00	0	82.34
55	51314.00	0	82.34
56	52251.00	1	83.34
57	53184.00	0	83.34
58	54117.00	0	83.34
59	55050.00	0	83.34
60	55983.00	1	84.34
61	56916.00	1	85.34
62	57849.00	0	85.34
63	58782.00	0	85.34
64	59715.00	0	85.34
65	60648.00	0	85.34
66	61581.00	1	86.34
67	62514.00	0	86.34
68	63447.00	0	86.34
69	64380.00	0	86.34
70	65313.00	0	86.34
71	66246.00	1	87.34
72	67179.00	0	87.34
73	68112.00	0	87.34
74	69045.00	0	87.34
75	69978.00	0	87.34
76	70911.00	0	87.34
77	71844.00	0	87.34
78	72777.00	0	87.34
79	73710.00	0	87.34
80	74643.00	0	87.34
81	75576.00	0	87.34
82	76509.00	0	87.34
83	77442.00	0	87.34
84	78375.00	0	87.34
85	79308.00	0	87.34
86	80241.00	0	87.34
87	81174.00	0	87.34
88	82107.00	0	87.34
89	83040.00	0	87.34
90	83973.00	0	87.34
91	84906.00	0	87.34
92	85839.00	0	87.34
93	86772.00	0	87.34
94	87705.00	0	87.34
95	88638.00	1	89.34
96	89571.00	0	89.34
97	90504.00	0	89.34
98	91437.00	2	90.76
99	92370.00	1	91.76
100	93303.00	1	92.76

6.2.4 - Organização dos estratos através dos saldos contábeis

No quadro 6, é feita a busca do número ótimo de estratos pela fórmula (3.2.5;3) acompanhada da perda de precisão dada percentualmente, isto é,

$$\text{Perda de Precisão} = \frac{V_{\min}(\bar{x}_{st}) - \min[V_{\min}(\bar{x}_{st})]}{V_{\min}(\bar{x}_{st})} \cdot 100$$

- $V_{\min}(\bar{x}_{st})$ é uma função do número de estratos L tendo um ponto de mínimo. As oscilações de $V(\bar{x}_{st})$ apresentadas no quadro 6 são devidas à natureza da distribuição dos saldos dos itens (população real). Aqui a estratificação ótima corresponde à de menor perda.

No quadro 7, são apresentados os dados relativos a cada estrato para o número ótimo de estratos.

QUADRO 6.

BUSCA DO NUMERO OTIMO DE ESTRATOS

NUMERO ESTRATO	VARIANCIA MÍNIMA	PERDA DE PRECISAO
2	40557.90	85.7264
3	31617.34	81.5902
4	25667.55	77.4459
5	20174.96	71.3055
6	17902.61	67.6635
7	15404.61	62.4193
8	11561.38	49.9296
9	10654.93	45.6676
10	10024.73	42.2520
11	9145.62	36.7010
12	7785.97	25.6473
13	8438.41	31.3961
14	7468.48	22.4866
15	7158.74	19.1327
16	5828.24	0.6719
17	6064.10	4.5353
18	6224.35	6.9930
19	5911.99	2.5791
20	5789.08	0.0
21	6385.21	9.3361
22	5922.93	2.2598
23	6317.32	8.3618
24	8371.21	50.8454
25	8679.92	33.3049

ESTRATIFICACAO OTIMA E DE 20 ESTRATOS
CUJA A VARIANCIA E 0.57590781E 04

QUADRO 7. Definição dos Estratos

ESTRATIFICAÇÃO DE 379 ITENS EM 20 ESTRATOS					
ORDEM	LIMITES	NUM-ITEM-ST	MEDIA	VARIANCIA	DESVIO PADRAO
1	936.08	183	309.75	75590.81	275.75
2	1869.08	38	1319.23	68607.63	261.93
3	2802.08	25	2329.92	55380.48	235.33
4	3735.08	16	3218.33	60538.66	246.05
5	4668.08	13	4123.19	61412.10	247.81
6	5601.08	5	4922.39	26406.40	162.50
7	6534.08	11	5988.09	59727.13	244.39
8	7467.08	7	7057.67	56581.33	242.04
9	8400.08	5	7988.49	49543.80	222.60
10	10266.08	10	8885.11	92842.63	304.70
11	12132.08	10	11141.35	286264.88	535.04
12	15864.09	9	13964.57	1419491.00	1191.42
13	18663.09	7	17454.89	900627.38	949.12
14	22395.09	6	20690.29	1533542.00	1233.36
15	25194.09	5	23839.32	442363.00	665.11
16	31725.09	7	26865.80	3834538.00	1953.20
17	41055.10	7	34730.71	1886646.00	1374.26
18	55050.11	5	46010.56	20750336.00	4555.25
19	87705.06	5	60856.84	26958224.00	5192.13
20	93303.06	5	91145.69	3194880.00	1787.42

6.2.5 - Repartição ótima da amostra total

No quadro 8, é apresentada a repartição da amostra total cujo tamanho foi calculado pela fórmula (3.2.5;3).

Os tamanhos das subamostras, n_h , foram calculados utilizando a partilha ótima ou de Neyman, isto é,

$$n_h = \frac{N_h S_h(X)}{\sum_{h=1}^h N_h S_h(X)} n$$

As fórmulas para estimar a média e variância populacionais não podem ser utilizadas se o tamanho da subamostra for menor que dois. Como o tamanho da amostra total calculado é o mínimo necessário, ao tomá-lo maior, tenderá a aumentar a precisão da estimação. No quadro 9, são apresentadas as subamostras tendo no mínimo dois itens. Daí as diferenças entre os tamanhos das subamostras teoricamente calculados e praticamente selecionados.

QUADRO 8.

REPARTICAO DA AMOSTRA TOTAL DE 33 ITENS DE
JM TOTAL DE 379 ITENS

ORDEN ESTRATO	TAMANHO ESTRATO	TAMANHO SUBAMOSTRA
1	183	9
2	38	2
3	25	1
4	16	0
5	13	0
6	5	0
7	11	0
8	7	0
9	5	0
10	10	0
11	10	1
12	9	2
13	7	1
14	6	1
15	5	0
16	7	3
17	7	2
18	5	4
19	5	5
20	5	2

QUADRO 9.

SUBAMOSTRA DE 9 ITENS DO ESTRATO			1 DE 20 COM 183 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JVIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
81	0.90	28	25.20	19	1
475	51.09	1	51.09	39	2
122	8.15	14	114.10	59	3
354	15.00	10	150.00	79	4
102	257.37	1	257.37	99	5
338	10.00	34	340.00	119	6
78	2.00	231	502.00	139	7
455	32.05	22	705.10	159	8
2	23.00	39	897.00	179	9

MEDIA = CR\$ 344.65 VARIANCIA = 0.96145375E 05

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO			2 DE 20 COM 33 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JVIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
350	114.76	11	1262.36	201	1
751	62.55	28	1751.40	220	2

MEDIA = CR\$ 1506.83 VARIANCIA = 0.11958000E 06

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO			3 DE 20 COM 25 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JVIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
111	187.77	12	2253.24	232	1
443	16.43	162	2661.66	244	2

MEDIA = CR\$ 2457.45 VARIANCIA = 0.83411000E 05

QUADRO 9. (continuação)

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		4 DE 20 COM 16 ITENS			
COD-ITEM	PREC-JUNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
241	3202.00	1	3202.00	253	1
277	292.54	12	3511.68	261	2

MEDIA = CR\$ 3356.84 VARIANCIA = 0.47952000E 05

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		5 DE 20 COM 13 ITENS			
COD-ITEM	PREC-JUNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
36	28.73	138	3984.74	267	1
146	14.89	290	4318.10	273	2

MEDIA = CR\$ 4141.42 VARIANCIA = 0.82432000E 05

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		6 DE 20 COM 5 ITENS			
COD-ITEM	PREC-JUNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
153	0.54	8536	4690.44	276	1
234	4887.50	1	4887.50	278	2

MEDIA = CR\$ 4733.97 VARIANCIA = 0.19408000E 05

QUADRO 9. (continuação)

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		7 DE 20 COM 11 ITENS			
COD-ITEM	PREC-JNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
237	5860.00	1	5860.00	284	1
302	76.59	30	6127.20	289	2
MEDIA = CR\$		5993.60	VARIANCIA = 0.35690000E 05		

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		3 DE 20 COM 7 ITENS			
COD-ITEM	PREC-JNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
150	44.57	154	6683.76	295	1
468	285.00	25	7125.00	296	2
MEDIA = CR\$		6994.39	VARIANCIA = 0.34090000E 05		

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		9 DE 20 COM 5 ITENS			
COD-ITEM	PREC-JNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
242	195.00	40	7800.00	299	1
141	15.00	526	7690.00	301	2
MEDIA = CR\$		7845.00	VARIANCIA = 0.40460000E 04		

QUADRO 9. (continuação)

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		10 DE 20 COM 10 ITENS		
COD-ITEM	PREC-UNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA
193	33.80	256	8652.80	307 1
52	64.73	142	9191.65	312 2
MEDIA = CR\$		8922.23	VARIANCIA = 0.14525400E 06	

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		11 DE 20 COM 10 ITENS			
COD-ITEM	PREC-UNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
176	11.43	955	10915.65	317	1
149	25.39	470	11933.30	322	2
MEDIA = CR\$		11424.47	VARIANCIA = 0.51785600E 06		

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO		12 DE 20 COM 9 ITENS		
COD-ITEM	PREC-UNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA
448	179.23	72	12904.55	325 1
93	23.55	536	14977.30	330 2
MEDIA = CR\$		13941.18	VARIANCIA = 0.21491200E 07	

QUADRO 9. (continuação)

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO			13 DE 20 COM 7 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEN-LISTA	
128	25.35	551	16782.79	334	1
230	181.84	100	18134.00	337	2

MEDIA = CR\$ 17433.39

VARIANCIA = 0.98176000E 06

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO			14 DE 20 COM 5 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEN-LISTA	
360	19890.00	1	19890.00	341	1
185	11.09	1951	21636.59	344	2

MEDIA = CR\$ 20753.29

VARIANCIA = 0.15249920E 07

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO			15 DE 20 COM 5 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEN-LISTA	
361	2565.00	9	23085.00	346	1
50	108.00	215	23544.00	348	2

MEDIA = CR\$ 23314.50

VARIANCIA = 0.10521600E 06

QUADRO 9. (continuação)

SUBAMOSTRA DE 3 ITENS DO ESTRATO 16 DE 20 COM 7 ITENS
 COD-ITEM PREC-JNIT ESTOQUES SALDO-ITEM ORDEM-LISTA

51	109.59	231	25338.39	351	1
113	38.84	573	26139.32	353	2
227	3.95	6818	26931.13	355	3

MEDIA = CR\$ 26136.25 VARIANCIA = 0.63603200E 06

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO 17 DE 20 COM 7 ITENS
 COD-ITEM PREC-JNIT ESTOQUES SALDO-ITEM ORDEM-LISTA

145	25.39	1336	33921.04	359	1
415	701.71	51	35787.21	362	2

MEDIA = CR\$ 34854.09 VARIANCIA = 0.17460880E 07

SUBAMOSTRA DE 4 ITENS DO ESTRATO 18 DE 20 COM 5 ITENS
 COD-ITEM PREC-JNIT ESTOQUES SALDO-ITEM ORDEM-LISTA

123	59.69	600	35814.00	364	1
417	2075.48	20	41509.60	365	2
56	147.96	283	41844.38	366	3
186	2.62	17470	45771.40	367	4

MEDIA = CR\$ 41234.83 VARIANCIA = 0.16804512E 08

QUADRO 9. (continuação)

SUBAMOSTRA DE 5 ITENS DO ESTRATO			19 DE 20 COM 5 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JUNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
296	985.59	56	55193.04	370	1
126	39.39	1410	56244.90	371	2
52	43.22	1406	60767.32	372	3
139	2.62	24970	55421.40	373	4
159	59.39	1113	66657.56	374	5

MEDIA = CR\$ 50856.84

VARIANCIA = 0.26961920E 08

SUBAMOSTRA DE 2 ITENS DO ESTRATO			20 DE 20 COM 5 ITENS		
COD-ITEM	PREC-JUNIT	ESTOQUES	SALDO-ITEM	ORDEM-LISTA	
150	98.33	895	88452.81	375	1
44	14.78	6158	91015.19	377	2

MEDIA = CR\$ 89734.00

VARIANCIA = 0.32808960E 07

6.2.6 - Análise dos resultados do balanço

Para uma melhor compreensão desta análise, os resultados do balanço por inventário completo, quadro 10, estão subdivididos em valores dos itens com saldo menor ou igual a zero e acima de Cr\$ 95.000,00 (noventa e cinco mil cruzeiros) e de itens com saldo entre estes dois valores, correspondendo assim no balanço por amostragem, respectivamente, aos valores dos itens inventariados por completo e por amostragem - quadro 11.

No quadro 12, são dados os resultados da amostragem estratificada e da amostra total considerada como uma amostra aleatória simples de tamanho n cuja média é calculada por

$$\bar{y} = \sum_{h=1}^L \frac{n_h}{n} \bar{y}_h$$

e variância por

$$V(\bar{y}) = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n-1}$$

Conforme Cochran(2), os valores de \bar{y} e \bar{y}_{st} não são os mesmos a não ser quando $\frac{n_h}{n} = \frac{N_h}{N}$, isto é, repartição autoponderada.

E no quadro 13, é feito um estudo comparativo do resultado do processo de balanço por amostragem estratificada e do balanço por inventário completo, que aqui pode ser considerado como o valor real dos estoques.

É importante notar que apesar dos dados apresentarem as condições mais desfavoráveis para aplicação do processo de balanço proposto, os resultados apresentados pelo mesmo são de signifi

cativa precisão, isto é, muito maior do que a admissível. Houve uma enorme redução de custos pois, foram gastos apenas treze segundos de tempo de C.P.U. e dois minutos de tempo total de processamento pelo computador e mais quatro horas de serviço de um almoxarife para contagem física dos itens da amostra total. Ao passo que, para o balanço por inventário completo, foram gastos, aproximadamente, trinta horas, incluindo tempo de recontagem física dos itens com divergências de estoques e de correções contábeis. Em termos monetários, corresponderia a quatro vezes mais do que o custo do balanço por amostragem estratificada.

QUADRO 10.

BALANÇO POR INVENTÁRIO COMPLETO (REAL)

ITENS COM SALDO MENOR OU IGUAL A CR\$ 0.0

NÚMERO DE ITENS = 102
 SALDO PARCIAL = CR\$ 0.0
 SALDO MÉDIO = CR\$ 0.0
 PERCENTAGEM -
 DOS ITENS = 20.9016
 DO SALDO = 0.0

ITENS COM SALDO ACIMA DE CR\$ 95000.00

NÚMERO DE ITENS = 7
 SALDO PARCIAL = CR\$ 1238346.00
 SALDO MÉDIO = CR\$ 176906.56
 PERCENTAGEM -
 DOS ITENS = 1.4344
 DO SALDO = 32.5798

ITENS COM SALDO ENTRE CR\$ 0.0 E CR\$ 95000.00

NÚMERO DE ITENS = 379
 SALDO PARCIAL = CR\$ 2562616.00
 SALDO MÉDIO = CR\$ 6761.52
 PERCENTAGEM -
 DOS ITENS = 77.5639
 DO SALDO = 67.4202

VALOR FINAL -

DO BALANÇO = 3800962.00
 DO NÚMERO DE ITENS = 488
 DA MÉDIA DA POPULAÇÃO = 9847.05

QUADRO 11.

BALANÇO DO INVENTÁRIO POR AMOSTRAGEM

ITENS SUJEITOS AO PROCESSO DE ESTRATIFICAÇÃO OU

ITENS COM SALDO ENTRE CR\$ 0.0 E CR\$ 95000.00

NÚMERO DE ITENS = 379
 SALDO PARCIAL = CR\$ 2545907.00
 SALDO MÉDIO = CR\$ 6717.43
 PORCENTAGEM -
 DOS ITENS = 77.6639
 DO SALDO = 67.2763
 DOS ITENS AMOSTRADOS = 13.9842
 DO ERRO MÁXIMO ADMISSÍVEL = 2.0000
 DO ERRO REAL = -0.5520
 DA PROBABILIDADE DO ERRO (ALFA) = 5.0000
 TAMANHO DA AMOSTRA TOTAL = 53
 NÚMERO DE ESTRATOS = 20

AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA POR ÍNDICE

ITENS INVENTARIADOS POR COMPLETO OU

ITENS COM SALDO MENOR QUE CR\$ 0.0 E MAIOR QUE CR\$ 95000.00

NÚMERO DE ITENS = 109
 SALDO PARCIAL = CR\$ 1238346.00
 SALDO MÉDIO = CR\$ 176906.56
 PORCENTAGEM -
 DOS ITENS = 22.3361
 DO SALDO = 32.5793

VALOR FINAL -

DO BALANÇO = 3784253.00
 DO NÚMERO DE ITENS = 488
 DA MÉDIA DA POPULAÇÃO = 9803.76
 DO NÚMERO DE ITENS INVENTARIADOS = 162

QUADRO 12.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS POR AMOSTRAGEM SIMPLES
E POR AMOSTRAGEM ESTRATIFICADA

AMOSTRA SIMPLES

MÉDIA = CR\$ 20109.00

VARIÂNCIA = 0.54662656E 09

AMOSTRA ESTRATIFICADA

MÉDIA = CR\$ 5717.43

VARIÂNCIA = 0.45707391E 04

TOTAL DE ITENS ESTRATIFICADOS = 379

TAMANHO DA AMOSTRA TOTAL = 53

PORCENTAGEM DE ESTRATIFICAÇÃO = 13.98

QUADRO 13.

ANÁLISE DOS RESULTADOS DO INVENTÁRIO POR AMOSTRAGEM
EM RELAÇÃO AOS RESULTADOS DO INVENTÁRIO COMPLETO

SALDO TOTAL (REAL) = CR\$ 3600462.00

SALDO TOTAL ESTIMADO = CR\$ 3784253.00

NÚMERO TOTAL DE ITENS = 488

NÚMERO DE ITENS INVENTARIADOS ... = 162

NÚMERO DE ITENS AMOSTRADOS = 53

MÉDIA REAL DA POPULAÇÃO = 9847.05

MÉDIA ESTIMADA DA POPULAÇÃO = 9803.76

VALORES PERCENTUAIS -

DO ERRO ADMISSÍVEL = 2.0000

DO ERRO REAL = -0.4396

DA PROBABILIDADE DO ERRO (ALFA) = 5.0000

DOS ITENS INVENTARIADOS = 33.1967

DOS ITENS AMOSTRADOS = 10.8607

6.3 - Conclusões da Aplicação

Cada aplicação do processo constitui um estudo individual e independente pois, os saldos contábeis e os valores reais eram populações distintas apesar de serem dados de um mesmo estoque, mas em datas diferentes. Pelos resultados obtidos pela análise citada na seção 6.1, pode-se observar que:

- em geral, os estoques considerados como população estatística gozam das condições exigidas na seção 2.2 para aplicação do processo, havendo ainda necessidade de melhores pesquisas para a afirmação;

- para se obter boa estratificação pela Regra da Acumulada da Raiz Quadrada da Frequência, é desejável que o número de estratos esteja em torno de 20% do número total de classes da tabela de frequência;

- o tempo de processamento é uma função linear crescente do número de estratos;

- os limites de inventário completo devem eliminar do processo de amostragem, os saldos que provocam grande assimetria da distribuição dos mesmos e não necessariamente os saldos dos itens da classe A na classificação A B C;

- a amostragem sistemática por estratificação é a que apresenta melhores estimativas para o número de estratos acima de dez e devido a um menor tempo de CPU, a por índice é mais viável;

- houve aumento significativo no tamanho da amostra ao se admitir um erro máximo para estimador da média real de 1% em vez de 2%.

Apesar dos dados utilizados para a aplicação do processo não serem os mais adequados - o que se pode constatar pela observação da tabela de frequência - os resultados obtidos são efetivamente precisos quando comparados com os do balanço por inventário completo que aqui podem ser considerados como valor real dos estoques.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 - Conclusões

Como o objetivo primordial proposto neste trabalho é o desenvolvimento de uma nova metodologia de balanço de estoques, operacionalizada com o auxílio do computador, crê-se que, a apresentação da mesma feita nos capítulos anteriores, acompanhada dos fundamentos teóricos (Teoria da Amostragem Estratificada) e da análise dos resultados de uma aplicação com os dados de um estoque real, justifica a afirmação de que tal objetivo foi plenamente alcançado.

Devido à natureza operacional dos demais objetivos, suas realizações devem ser avaliadas tendo em vista os resultados de uma aplicação do Processo de Inventário por Amostragem em estoques reais, porque estão sujeitos a uma quantificação. Assim, os resultados da aplicação deste processo apresentada no capítulo VI permitem concluir que:

- realmente, os custos monetários e o tempo de balanço são minimizados. Verifica-se isto, observando que os custos do inventário por amostragem ficam significativamente reduzidos quando comparados com os do inventário de todos os itens estocados. Por conveniência contábil e na maioria dos casos, os custos de inventário são os custos do tempo em realizá-lo. Daí e pelas considerações teóricas dos capítulos III e V, estes custos são minimizados e a execução do inventário é agilizada quando se efetua o

inventário por amostragem estratificada porque o número dos itens inventariados é sempre menor que o de todo o estoque;

- as informações geradas pela aplicação do processo podem ser utilizadas como instrumento de auditoria interna e governamental e de estabelecimento de medidas de confiabilidade da contabilidade e do sistema de controle de estoques. Porém, nenhum estudo quantitativo foi realizado neste sentido, a não ser o confronto dos registros de inventário(kardex, ficha de controle e ficha contábil) e a determinação do erro real das estimativas calculadas(saldo médio e valor total dos estoques);

- apesar do processo ser destinado a estimar o balanço de grandes estoques pode-se usar também para pequenos, o que viabiliza sua utilização em inventários rotativos ou de setores de estoques com finalidade preventiva;

- a melhor maneira de determinar o número de estratos e o tamanho da amostra total é pelo Processo de Busca apresentado na seção 3.2.5, pois, além de garantir a precisão desejada e com maior eficiência, minimizam os custos de estratificação.

7.2 - Recomendações

Recomenda-se que:

- a aplicação do processo deva ser acompanhada de um estudo estatístico da população real à luz de um pleno conhecimento da amostragem estratificada e do estoque do qual se quer estimar o valor do balanço;

- seja feita uma pesquisa para o valor do coeficiente de correlação linear entre os valores contábeis e reais a fim de definir para que valores deste coeficiente pode-se considerar a correlação alta ou moderada, pois, na referência Cochran(2;184), sugere-se que para valores moderados do coeficiente de correlação entre variável de estudo e a estratificadora, pode-se obter boas estimativas;

- se tenha uma atenção especial para problemas de super amostragem e para a forma de seleção da amostra total que deve conter no mínimo dois itens de cada estrato para validade das fórmulas deduzidas;

- se utilize das técnicas desenvolvidas e das informações geradas no processo com outras finalidades, tais como: processar o inventário rotativo ou levantamentos preventivos por amostragem, isto é, estudo estatístico das divergências; estabelecimento de medidas de eficiência de controle e da contabilidade de estoques e definição da política dos mesmos.

- a utilização da amostragem sistemática para selecionar os itens no lugar da amostragem aleatória simples, sem perda da validade da teoria apresentada, com ganho de precisão, com economia de tempo e dinheiro, e com maior comodidade computacional;

- a determinação de um modelo matemático da função densidade $f(y)$ que normalmente represente a distribuição dos saldos dos itens de um estoque;

- determinar uma relação ótima entre o número de estratos e o número de classes de frequência quando se determinam os limites de estratos pela Regra da Acumulada da Raiz Quadrada da Frequência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANTUNES, Rui D. O Custo de Amostragem como Fator no Dimensionamento de uma Amostra. Tese de Mestrado, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, 1976.
- (2) COCHRAN, William G. Técnicas de Amostragem. Rio de Janeiro, Fundo da Cultura, pp.555, 1965.
- (3) COCHRAN, Willian G. Comparison of Methods for Determining Stratum Boundaries. Bulletin of the International Statistical Institute, 38(2); pp.345-58, 1961.
- (4) DALENIUS, Tore. The Problem of Optimum Stratification. Skandinavisk Aktuarietidskrift, 33; pp. 203-13, 1950.
- (5) DALENIUS, Tore e HODGES, Joseph L.Jr. Minimum Variance Stratification. Journal of the American Statistical Association, 54; pp.88-101, 1959.
- (6) KPEDEKPO, G.M.K. Recents Advances on Some Aspects of Stratified Sample Design. A Review of the Literature. Metrika, 20(1); pp.54-64, 1973.
- (7) MADOW, William G. Teoria dos Levantamentos por Amostragem. Rio de Janeiro, IBGE - Conselho Nacional de Estatística; pp.256, 1951.

- (8) MARRIOT, F.H.C. A Problem of Optimum Stratification.
Biometrics, 26(4); pp.845-7, December de 1970.
- (9) SERFLING, R.J. Approximately Optimal Stratification. Journal
of the American Statistical Association, 63; pp.1298-309,
December de 1968.
- (10) KARLIN, Samuel. A First Course in Stochastic Processes.
Academic Press Fifth Printing, 1972.
- (11) GIBRA, Isaac N. Probability and Statistical Inference for
Scientists and Engineers. Prentice. Hall, Inc. New Jersey
1973.
- (12) FRANCO, Ademar. Aspectos Fiscais do Balanço: de acordo com a
nova Lei das S.A. Atlas, São Paulo, 1978.
- (13) NASSAR, Sílvia M. Análise do Processamento de Amostragem
Aleatória Estratificada Bivariada. Tese de Mestrado, Uni-
versidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1980.
- (14) TAGA, Yasushi. On the Convergence of Optimum Stratification
for Empiric Distribution Function in Univariate Case.
Ann. Inst. Statist. Math., pp.356-363, December de 1970.
- (15) DALENIUS, T. and HODGES, J.L.Jr. The Choice of Stratification
Points. Skandinavisk Aktuarietidskrift, pp.198-203;
3-4(1957).

(16) MEYER, Paul L, Probabilidade, Aplicações à Estatística. Ao Livro Técnico S.A. e Editora da Universidade de São Paulo, Rio de Janeiro, 1969.

(17) NEYMAN, J. On the Two Different Aspects of the Representative Method of Purposive Selection. Journal Stat. Soc., Vol. 97, pp.558-606, 1934.

A N E X O

DADOS DE ESTOQUES DO ALMOXARIFADO CENTRAL
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CDD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
1	34	26.90	2259.60
2	39	23.00	897.00
3	1	139.75	139.75
4	19	18.56	352.64
5	11	2.00	22.00
6	34	55.00	2145.00
7	34	24.54	2069.76
8	125	6.79	355.54
9	240	5.36	1286.40
10	55	3.98	213.90
11	0	3075.00	0.00
12	650	14.00	9100.00
13	122	1.34	224.48
14	23	0.29	6.67
15	30	8.00	240.00
16	0	1.46	0.00
17	0	2.67	0.00
18	0	1.47	0.00
19	5750	2.06	12022.40
20	0	1.59	0.00
21	5	4.14	20.70
22	3	5.32	15.96
23	11	36.83	405.13
24	900	3.00	2700.00
25	1222	11.96	14615.12
26	0	23.67	0.00
27	73	11.00	803.00
28	220	2.75	605.00
29	135	4.55	614.25
30	0	5.34	0.00
31	309	3.00	927.00
32	185	7.17	1326.45
33	1250	4.75	5937.50
34	103	2.33	239.99
35	28	2.62	73.36
36	138	28.73	3963.74
37	35	15.88	551.30
38	155	8.22	1274.30
39	174	9.12	1586.68
40	33	10.21	336.93
41	4	1440.31	5761.24
42	5	125.30	626.50
43	1	3.94	3.94
44	6158	14.78	90915.19
45	0	20.00	0.00
46	0	37.00	0.00
47	0	13.56	0.00
48	13	3.47	45.11
49	103	23.47	2417.76
50	213	108.00	22996.00
51	231	109.65	25328.35
52	142	54.73	7771.66
53	519	51.94	26956.86
54	2	16.52	33.04
55	2	8.22	16.44
56	233	147.56	34360.38
57	532	11.36	6043.12
58	452	24.16	10920.32
59	747	126.25	94308.75
60	409	127.50	52147.50
61	0	28.00	0.00
62	33	10.00	330.00
63	37	19.16	708.92
64	22	29.90	657.80
65	23	155.00	3565.00
66	1	23.00	23.00
67	13	24.89	323.57

CID-ITEM	QTY	PRICE-UNIT	SUB-ITEM
68	0	65.00	7.0
69	2	14.00	25.00
70	100	10.00	1074.27
71	11	55.00	610.00
72	43+	5.75	3004.50
73	101	29.27	2950.27
74	500	4.00	2000.00
75	3	0.00	0.00
76	37	3.00	111.00
77	500	0.01	5.00
78	231	2.00	462.00
79	100+	10.00	1000.00
80	0	11.00	0.00
81	23	0.00	23.00
82	291	0.00	291.00
83	0	3.00	0.00
84	70	17.97	1257.90
85	13	34.00	442.00
86	107	40.00	4280.00
87	13	33.00	429.00
88	13	30.71	399.23
89	11	20.00	220.00
90	144	33.75	4860.00
91	290	17.47	5066.30
92	1400	43.22	60511.60
93	600	20.00	12000.00
94	6750	19.72	133125.00
95	0	1000.00	0.00
96	173	24.70	4273.10
97	0	322.00	0.00
98	13	30.00	390.00
99	1	40.00	40.00
100	0	11.14	0.00
101	1600	15.37	24592.00
102	1	257.37	257.37
103	07	10.00	70.00
104	15+	11.51	172.65
105	0	20.00	0.00
106	439	19.00	8341.00
107	0	27.00	0.00
108	23	42.00	966.00
109	10	5.00	50.00
110	299	20.00	5980.00
111	12	157.77	1893.24
112	0	20.00	0.00
113	673	30.00	20190.00
114	13	2.00	26.00
115	0	4.00	0.00
116	1420	0.00	0.00
117	0	0.00	0.00
118	0	20.00	0.00
119	2	10.00	20.00
120	0	34.00	0.00
121	2	177.00	354.00
122	1+	0.00	0.00
123	600	39.00	23400.00
124	0	0.00	0.00
125	0	0.00	0.00
126	1410	39.00	55000.00
127	1077	3.42	3665.34
128	601	25.00	15025.00
129	43+	3.00	129.00
130	2501	11.00	27511.00
131	10900	0.00	0.00
132	1123	90.00	101070.00
133	152	9.00	1368.00
134	02	140.00	280.00

COD-ITEM	ESTIMATES	PRICE-UNIT	SALDO-ITEM
135	233	38.00	16123.00
136	255	12.00	3223.00
137	1651	11.43	13385.23
138	5	61.34	306.04
139	24970	2.62	65421.40
140	4095	2.79	11427.84
141	525	15.00	7890.00
142	155	145.00	22308.00
143	33	1.5.00	12760.00
144	2337	39.59	93302.09
145	1538	25.55	39421.04
146	250	14.59	4313.10
147	3370	35.36	120543.19
148	2523	3.42	8628.66
149	470	25.39	11933.30
150	154	44.57	6883.76
151	26	62.55	1751.40
152	23	75.00	1650.15
153	6635	0.54	4660.44
154	4	145.50	582.72
155	30	53.33	1749.90
156	2535	35.56	90405.06
157	1000	12.17	12170.00
158	59	10.55	712.77
159	1113	59.89	66827.56
160	154	12.61	2320.24
161	0	0.00	0.00
162	35	15.50	490.00
163	1	140.00	140.00
164	155	55.55	10384.55
165	59	56.70	3205.30
166	5	66.00	0.00
167	0	13.50	0.00
168	157	15.50	2355.00
169	75	8.47	635.72
170	51	14.47	737.57
171	1457	0.51	755.37
172	905	175.70	162430.55
173	1	12.00	12.00
174	423	17.72	3457.53
175	1292	2.01	2598.92
176	955	11.45	10915.65
177	325	5.15	2645.75
178	652	31.10	21210.20
179	35	17.51	675.85
180	2805	2.75	7525.55
181	3431	1.37	6069.47
182	0	4.52	0.00
183	250	16.20	4252.00
184	1647	3.42	5632.74
185	1951	11.67	21636.57
186	17470	2.62	45771.40
187	57	0.75	52.93
188	0	10.00	0.00
189	175	14.00	2464.00
190	875	75.55	63452.51
191	0	27.30	0.00
192	124	9.00	1116.00
193	255	55.50	3652.80
194	144	25.70	3441.60
195	125	24.30	2990.25
196	5	2.15	8.57
197	0	0.00	0.00
198	0	205.75	0.00
199	0	20.00	0.00
200	0	205.00	0.00
201	0	95.00	0.00

COD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
202	0	11.00	0.00
203	50	50.00	2500.00
204	0	150.00	0.00
205	0	28.00	0.00
206	0	31.70	0.00
207	0	15.00	0.00
208	0	7.21	0.00
209	0	5.23	0.00
210	0	5.23	0.00
211	0	42.00	0.00
212	0	14.00	0.00
213	0	0.00	0.00
214	0	113.45	0.00
215	0	123.00	0.00
216	0	120.00	0.00
217	0	195.00	0.00
218	0	70.00	0.00
219	0	111.75	0.00
220	1	40.00	40.00
221	0	37.27	0.00
222	0	25.00	0.00
223	0	110.00	0.00
224	0	113.00	0.00
225	1	30.00	30.00
226	0	3.75	0.00
227	6813	3.95	26951.10
228	20	123.30	2476.00
229	5	1350.00	8100.00
230	100	181.84	18184.00
231	1	600.00	600.00
232	0	11700.00	0.00
233	4	78.75	315.00
234	1	4837.50	4837.50
235	0	167.00	0.00
236	1	49.00	49.00
237	1	5360.00	5360.00
238	2	150.00	300.00
239	2	1200.00	2400.00
240	1	1000.00	1000.00
241	1	3202.00	3202.00
242	40	195.00	7800.00
243	54	169.62	9159.48
244	3	5550.00	16650.00
245	0	535.13	0.00
246	0	960.00	0.00
247	10	3481.00	34810.00
248	0	5261.00	0.00
249	2	700.00	1400.00
250	1	743.00	743.00
251	0	110.00	0.00
252	1935	12.29	24395.65
253	37	105.57	3906.09
254	0	98.00	0.00
255	0	15.00	0.00
256	112	227.00	25424.00
257	1	75.00	75.00
258	95	195.69	18590.55
259	140	167.33	23426.20
260	10	5.39	53.90
261	5	22.00	110.00
262	2	8.00	16.00
263	2	336.00	672.00
264	0	23.59	0.00
265	40	40.00	1600.00
266	2	38.00	76.00
267	29	72.00	2088.00
268	5	6.00	30.00

COD-ITEM	ESTOQUES	PRECIO-UNIT	SALDO-ITEM
269	1	50.00	50.00
270	9	22.00	198.00
271	1	120.00	120.00
272	1	130.00	130.00
273	0	4561.00	0.0
274	3	541.93	1625.79
275	1	553.59	553.59
276	21	141.55	2973.15
277	12	292.64	3511.68
278	15	129.30	2076.80
279	1	17.47	17.47
280	3	543.19	2829.57
281	5	439.00	2195.00
282	5	245.00	1225.00
283	3	1553.50	13228.00
284	4	466.55	1867.52
285	10	3578.75	35787.50
286	1	421.67	421.67
287	1	239.33	239.33
288	2	352.00	704.00
289	1	625.33	625.33
290	1	602.59	602.59
291	0	2500.00	0.0
292	1	580.00	580.00
293	1	48.00	48.00
294	1	1588.00	1588.00
295	1525	328.67	501550.33
296	55	965.59	53153.04
297	7	121.65	351.55
298	0	126.00	0.0
299	3	305.35	915.99
300	14	1372.00	26208.00
301	0	1690.00	0.0
302	30	76.59	6127.20
303	23	6.00	138.00
304	2	450.00	900.00
305	5	59.50	297.00
306	3	32.71	261.63
307	3	32.71	261.63
308	3	76.16	228.48
309	30	3.50	280.00
310	55	274.95	15347.20
311	0	1205.00	0.0
312	0	1205.00	0.0
313	0	1205.00	0.0
314	9	120.39	1088.01
315	358	18.76	6903.68
316	100	4.36	436.00
317	2	269.00	538.00
318	20	115.00	2300.00
319	1	89.97	89.97
320	6	5.50	51.00
321	200	20.00	4000.00
322	20	100.00	2000.00
323	100	40.00	4000.00
324	7	268.00	1876.00
325	3	7.00	56.00
326	18	7.00	126.00
327	23	6.23	143.29
328	11	16.62	182.82
329	107	2.57	274.99
330	87	3.00	261.00
331	2	154.00	368.00
332	5	8.43	42.15
333	3	43.00	129.00
334	200	24.39	4875.00
335	10	924.37	9248.70

COO-ITEM	ESTQUES	PREC-UNIT	SALDO-ITEM
336	4	17.00	68.00
337	20	19.00	380.00
338	3+	10.00	340.00
339	14+	0.50	72.00
340	5+	15.00	810.00
341	402	0.64	257.28
342	0	189.15	0.0
343	3	1554.56	4663.68
344	1	500.55	500.55
345	11	62.00	682.00
346	1	133.39	133.39
347	0	24.00	0.0
348	0	9.19	0.0
349	11	9.35	103.10
350	11	114.75	1262.55
351	1	330.00	330.00
352	1	200.00	200.00
353	4	52.00	208.00
354	10	15.00	150.00
355	0	178.00	0.0
356	1	210.00	210.00
357	5	123.00	765.00
358	10	731.10	7311.90
359	0	44.89	224.45
360	1	1330.00	1330.00
361	2	2505.00	23085.00
362	3	44.85	134.67
363	4	300.50	1226.24
364	4	122.34	491.36
365	2	10.65	57.38
366	20	110.51	2212.20
367	27	46.55	1513.61
368	10	70.00	700.00
369	3	293.53	895.59
370	1	540.00	540.00
371	1	372.50	372.50
372	1	500.00	500.00
373	22	2.50	250.00
374	50	57.00	3420.00
375	104	12.25	1274.00
376	0	0.37	0.0
377	10	3.89	38.90
378	40	260.04	10401.60
379	3	42.00	336.00
380	12	1250.00	15000.00
381	500	6.45	3230.00
382	0	3.39	0.0
383	0	10.70	0.0
384	0	5.05	0.0
385	200	14.32	2864.00
386	0	10.44	0.0
387	100	5.10	510.00
388	0	1.30	0.0
389	30	8.59	260.70
390	17	17.59	299.03
391	33	15.57	633.46
392	30	2.21	66.30
393	19	0.95	17.67
394	13	12.55	216.00
395	43	2.19	94.17
396	5	2.65	13.25
397	12	10.55	126.25
398	45	2.50	115.00
399	1	300.00	600.00
400	0	10.00	0.0
401	1	1020.00	1020.00
402	31	12.75	395.25

ORD-ITEM	ESTIMATES	PROD-UNIT	SALDO-ITEM
403	+	23.79	1045.70
404	0	24.42	0.00
405	39	7.53	293.01
406	25	2.39	30.92
407	3	30.30	240.00
408	73	1.37	130.20
409	73	10.30	1109.90
410	47+	+2.43	20111.32
411	30	19.21	1530.00
412	0	32.10	0.00
413	0	130.45	0.00
414	31	39.32	2133.12
415	31	701.71	33707.21
416	27	1136.30	32343.60
417	20	2075.40	41309.60
418	0	32.01	0.00
419	37	302.39	11145.53
420	30	116.40	3494.40
421	+	170.20	001.00
422	0	25.19	0.00
423	349	11.43	4000.32
424	1150	0.25	290.00
425	0	33.27	0.00
426	3	100.00	000.00
427	0	4.07	0.00
428	0	1.39	0.00
429	0	2.30	0.00
430	12	90.19	1178.20
431	+	713.30	34951.70
432	10	394.19	3741.90
433	0	20.00	130.00
434	1	00.19	00.19
435	2833	3.12	3033.90
436	1	30.00	30.00
437	+	90.00	30.00
438	10	70.00	700.00
439	0	32.00	312.00
440	+	4.70	19.12
441	0	10.00	0.00
442	200	40.42	8320.32
443	152	10.40	2001.60
444	27	2.39	09.93
445	3	7.29	27.07
446	33	3.02	417.00
447	25	33.00	2142.00
448	72	179.23	12904.30
449	11	402.70	3009.70
450	10	340.00	3400.00
451	17+	329.04	42052.34
452	0	101.00	0.00
453	0	33.37	0.00
454	1	10.92	10.92
455	22	32.00	703.10
456	0	110.00	0.00
457	0	3.00	0.00
458	272	0.79	214.00
459	0	20.00	120.00
460	25	3.71	97.75
461	92	6.02	509.04
462	35	252.00	9072.00
463	10	77.00	770.00
464	29	209.29	6009.41
465	13	2.40	31.20
466	7	11.31	32.07
467	1806	3.10	14523.00
468	22	285.00	7123.00
469	442	254.31	112405.00

COO-ITEM	ESTIMATES	PRELIMINARY	S.L.OO-ITEM
+70	0	139.09	0.0
+71	+	237.18	743.64
+72	+	212.34	351.33
+73	19	5.11	118.09
+74	+	7.37	30.38
+75	1	51.09	51.09
+76	123	12.21	1501.33
+77	+	132.51	3100.40
+78	2	1935.00	3870.00
+79	0	8.39	0.0
+80	0	12.85	0.0
+81	30	4.35	137.70
+82	1+	331.03	7434.00
+83	3	200.03	0.0
+84	35	0.51	17.85
+85	0	35.17	0.0
+86	0	14.57	0.0
+87	0	223.00	0.0
+88	0	1.10	0.0